



Вестник АПК Ставрополья

№ 3(47), 2022

НАУЧНО- ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2011 года,
4 раза в год.

Учредитель:
ФГБОУ ВО «Ставропольский
государственный аграрный
университет».

Территория
распространения:
Российская Федерация,
зарубежные страны.

Зарегистрирован в
Федеральной службе
по надзору в сфере связи
информационных технологий
и массовых коммуникаций
П/И №ФС77-44573
от 15 апреля 2011 года.

Журнал включен в Перечень
ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
в которых должны быть
опубликованы основные
научные результаты
диссертаций на соискание
учёной степени доктора
и кандидата наук.

Журнал зарегистрирован
в Научной библиотеке в базе
данных РИНЦ на основании
лицензионного договора
№ 197-06 / 2011 R от
25 июня 2011 г.

Ответственный редактор:
Шматько О. Н.
Технический редактор:
Рязанова М. Н.
Корректор:
Варганова О. С.

Тираж: 300 экз.
Адрес редакции:
355017, г. Ставрополь,
пер. Зоотехнический, 12
Телефон: (8652)31-59-00
(доп. 1167 в тон. режиме);
Факс: (8652) 71-72-04
E-mail: vapk@stgau.ru
WWW-страница: www.vapk26.ru

Подписной индекс
в «Объединённый каталог.
ПРЕССА РОССИИ.
Газеты и журналы»: 383308

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Трухачев
Владимир
Иванович,**
Академик РАН,
доктор
сельскохозяйственных
наук, профессор
кафедры кормления
животных и общей
биологии ФГБОУ ВО
Ставропольский ГАУ,
Заслуженный деятель
науки РФ (Ставрополь,
Российская
Федерация)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Гулюкин Михаил Иванович, академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии им. К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко РАН» (Москва, Российская Федерация)
Дорожкин Василий Иванович, академик РАН, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарии, санитарии, гигиены и экологии» (Москва, Российская Федерация)
Костяев Александр Иванович, академик РАН, доктор экономических наук, доктор географических наук, профессор, начальник отдела экономических и социальных проблем развития региональных АПК и сельских территорий ФГБНУ «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр РАН» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Молочников Валерий Викторович, член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Прохоренко Петр Никифорович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом генетики и разведения крупного рогатого скота ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Сычев Виктор Гаврилович, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова» (Москва, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Белова Лариса Михайловна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой паразитологии имени В. Л. Якимова ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины» (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Бобрывшев Алексей Николаевич, доктор экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского управленческого учета, заместитель главного редактора, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Бунчиков Олег Николаевич, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Ростов-на-Дону, Российская Федерация)
Газалов Владимир Сергеевич, доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации энергетического оборудования и электрических машин Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Зерноград, Российская Федерация)
Епимахова Елена Эдугартовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Есаулко Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, декан факультетов агробиологии и земельных ресурсов, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Злыднев Николай Захарович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления животных и общей биологии ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Квочко Андрей Николаевич, доктор биологических наук, профессор РАН, заведующий кафедрой физиологии, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Костюкова Елена Ивановна, доктор экономических наук, профессор, декан учетно-финансового факультета, заведующая кафедрой бухгалтерского управленческого учета ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Краснов Иван Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологий и средств механизации агропромышленного комплекса Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ (Зерноград, Российская Федерация)
Кусакина Ольга Николаевна, доктор экономических наук, профессор, декан экономического факультета, заведующая кафедрой экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Малиев Владимир Хамбиевич, доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Минаев Игорь Георгиевич, кандидат технических наук, профессор кафедры автоматизации, электроники и метрологии ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Морозов Виталий Юрьевич, доктор ветеринарных наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский ГАУ (Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Никитенко Геннадий Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой применения электроэнергии в сельском хозяйстве ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Ожередова Надежда Аркадьевна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой эпизоотологии и микробиологии ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Олейник Сергей Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Сотникова Лариса Федоровна, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой биологии и патологии мелких домашних, лабораторных и экзотических животных ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина (Москва, Российская Федерация)
Цховребов Валерий Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой почвоведения ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Шутко Анна Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры химии и защиты растений ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ (Ставрополь, Российская Федерация)
Драго Цвиянович, доктор экономических наук, профессор, декан факультета отельного управления и туризма Крагуевацкого университета (Врнячка Баня, Сербия)
Питер Биелик, доктор технических наук, профессор, ректор Словацкого университета сельского хозяйства (Нитра, Словакия)
Мария Парлинска, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики сельского хозяйства и международных экономических отношений Варшавского университета естественных наук (Варшава, Польша)
Вим Хейман, доктор экономических наук, профессор кафедры региональной экономики Вагенингенского университета (Вагенинген, Нидерланды)
ГАО Тяньмин, доктор экономических наук, доцент школы экономики и менеджмента Харбинского инженерного университета (Харбин, Китай)



Agricultural Bulletin of Stavropol Region

№ 3(47), 2022

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,
issued four in year

Founder:

FSBEI HE «Stavropol State
Agrarian University»

Territory of distribution:

The Russian Federation,
foreign countries

Registered by the Federal service
for supervision in the sphere
of Telecom, information
technologies and mass
communications

ПИ №ФЦ77-44573
from 15 April 2011.

The Journal is in the List
of the leading scientific journals
and publications of the Supreme
Examination Board (SEB),
which are to publish the results
of dissertations on competition
of a scientific degree of doctor
and candidate of Sciences.

The journal is registered
at the Scientific library in the
database Russian Science Citation
Index on the basis of licensing
agreement № 197-06 / 2011 R
from June 25, 2011.

Executive editor:

Shmatko O. N.

Technical editor:

Ryazanova M. N.

Corrector:

Varganova O. S.

Circulation: 300 copies

Correspondence address:

355017, Stavropol, Zootechnical
lane, 12

Tel.: +78652315900

(optional 1167 in tone mode)

Fax: +78652717204

E-mail: vapk@stgau.ru

URL: www.vapk26.ru

Index of the subscription
to the «Combined Catalog.

PRESS OF RUSSIA. Newspapers
and journals»: E83308

EDITOR IN CHIEF

Trukhachev

Vladimir Ivanovich,

Full Member
(Academician)
of the Russian Academy
of Sciences, Doctor
of Agricultural Sciences,
Professor of the
Department of Animal
Feeding and General
Biology of the Stavropol
State Agrarian University,
Honored Scientist
of the Russian Federation
(Stavropol, Russian
Federation)

EDITORIAL COUNCIL:

Gulyukin Mikhail Ivanovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Director of the All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Scriabin and Ya. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Dorozhkin Vasilii Ivanovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the All-Russian Research Institute of Veterinary Medicine, Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russian Federation)

Kostyaev Alexander Ivanovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Department of Economic and Social Problems of the Development of Regional Agro-Industrial Complex and Rural Areas of the Saint Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (Saint Petersburg, Russian Federation)

Molochnikov Valery Viktorovich, corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Prokhorenko Petr Nikiforovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Genetics and Breeding of Cattle of the All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals (Saint Petersburg, Russian Federation)

Sychev Viktor Gavrilovich, full Member (Academician) of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D. N. Pryanishnikov (Moscow, Russian Federation)

EDITORIAL BOARD:

Belova Larisa Mikhailovna, doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Parasitology named after V. L. Yakimov of the Saint Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)

Bobryshev Alexey Nikolaevich, doctor of Economics, Professor of the Department of Accounting and Management Accounting, Deputy Editor in Chief, Vice-Rector for Research and Innovation of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Bunchikov Oleg Nikolaevich, doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Management of the Don State University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Gazalov Vladimir Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Operation of Power Equipment and Electric Machines of the Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University (Zernograd, Russian Federation)

Epimakhova Elena Edugartovna, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Basic Department of Private Animal Husbandry, Selection and Breeding of Animals of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Esaulko Alexander Nikolayevich, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Faculties of Agrobiological and Land Resources, Ecology and Landscape Architecture of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Zlydnev Nikolay Zakharovich, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Animal Feeding and General Biology of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Kvochko Andrey Nikolaevich, doctor of Biological Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Kostyukova Elena Ivanovna, doctor of Economics, Professor, Dean of the Accounting and Finance Faculty, Head of the Department of Accounting and Management Accounting of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Krasnov Ivan Nikolaevich, doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technologies and Means of Mechanization of the Agro-Industrial Complex of the Azov-Black Sea Engineering Institute of the Don State Agrarian University (Zernograd, Russian Federation)

Kusakina Olga Nikolaevna, doctor of Economics, Professor, Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of Economic Theory and Economics of the Agro-Industrial Complex of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Maliev Vladimir Khambievich, doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Processes and Machines in Agribusiness of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Minaev Igor Georgievich, candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation, Electronics and Metrology of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Morozov Vitalii Yurievich, doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor, Rector of the Saint Petersburg State Agrarian University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Nikitenko Gennady Vladimirovich, doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electric Power Application in Agriculture of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Ozheredova Nadezhda Arkadyevna, doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Epizootology and Microbiology of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Oleinik Sergey Aleksandrovich, doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Private Animal Science, Breeding and Breeding of Animals of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Sotnikova Larisa Fedorovna, doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Biology and Pathology of Small Domestic, Laboratory and Exotic Animals of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – Scriabin MVA (Moscow, Russian Federation)

Tskhovrebov Valery Sergeevich, doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Soil Science of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Shutko Anna Petrovna, doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Plant Protection of the Stavropol State Agrarian University (Stavropol, Russian Federation)

Drago Cvijanovic, doctor of Economics, Professor, Dean of the Faculty of Hotel Management and Tourism of the University of Kragujevac (Vrnjacka Banja, Serbia)

Peter Bielik, doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of the Slovak University of Agriculture (Nitra, Slovakia)

Maria Parlinska, doctor of Economics, Professor of the Department of Agricultural Economics and International Economic Relations, Warsaw University of Natural Sciences (Warsaw, Poland)

Wim Heijman, doctor of Economics, Professor of the Department of Regional Economics, Wageningen University (Wageningen, the Netherlands)

GAO Tianming, doctor of Economics, Associate Professor, School of Economics and Management, Harbin University of Engineering (Harbin, China)

СОДЕРЖАНИЕ**CONTENTS****АГРОИНЖЕНЕРИЯ****AGROENGINEERING**

Д. И. Грицай, А. Г. Немцев, В. В. Одноприенко, Р. А. Базаров
УСТРОЙСТВО ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ОЧИСТКИ МОЛОКА 4

Gritsai D. I., Nemtsev A. G., Odnoprienko V. V., Bazarov R. A.
TWO-STAGE MILK PURIFICATION DEVICE

ВЕТЕРИНАРИЯ**VETERINARY**

Н. А. Гвоздецкий, О. Э. Французов, Е. Ю. Рагулина,
Д. М. Тамбиева, А. И. Дуденко
**МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ОЗОНИРОВАННОГО
ОЛИВКОВОГО МАСЛА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ** 9
К. Д. Джамбулатова
**ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ
НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЯСА
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ГИПОТРОФИИ** 14

Gvozdetsky N. A., Frantsuzov O. E., Ragulina E. Yu.,
Tambieva D. M., Dudenko A. I.
**MECHANISMS OF INFLUENCE OF OZONATED
OLIVE OIL ON BIOLOGICAL OBJECTS**
Dzhambulatova K. D.
**THE EFFECT OF PROBIOTIC DRUGS
ON THE PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION
OF BROILER CHICKEN MEAT IN HYPOTROPHY**

ЖИВОТНОВОДСТВО**ANIMAL AGRICULTURE**

Е. В. Белая, И. С. Бейшова, М. И. Селионова, Р. С. Шулинский,
Т. В. Ульянова
**ПОЛНОГЕНОМНЫЙ ПОИСК
QLT-АССОЦИИРОВАННЫХ SNP
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОГО
ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ
У КАЗАХСКОГО БЕЛОГОЛОВОГО СКОТА** 18

Belaya A. V., Beishova I. S., Selionova M. I., Shulinsky R. S.,
Ulyanova T. V.

**GENOME-WIDE SEARCH
FOR QLT-ASSOCIATED SNPs TO PREDICT
THE HEREDITARY POTENTIAL
OF PRODUCTIVITY
IN KAZAKH WHITE-HEADED CATTLE**

А. Е. Рябова, Н. Р. Рейнбах
**ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ
В ПОПУЛЯЦИЯХ КУР БРАМА СВЕТЛАЯ,
БРАМА ПАЛЕВАЯ, НОВОПАВЛОВСКАЯ И КИТАЙСКАЯ
ШЕЛКОВАЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ROH** 26

Ryabova A. E., Reinbah N. R.
**ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY
IN THE POPULATIONS OF BRAHMA LIGHT,
BRAHMA BUFF, NOVOPAVLOVSK AND SILKIE WHITE
ON THE BASIS OF ROH ANALYSIS**

В. С. Скрипкин, Е. Г. Евлагина, А. В. Агарков,
Е. И. Растоваров, В. Г. Евлагин
**ОЦЕНКА И ОТБОР ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ** 33

Skripkin V. S., Evlagina E. G., Agarkov A. V.,
Rastovarov E. I., Evlagin V. G.
**EVALUATION AND SELECTION OF SILKWORMS
USING SELECTION INDEXES**

К. В. Червякова, Д. Э. Червяков
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТУСА СУТОЧНЫХ ПЕРЕПЕЛЯТ 39

Chervyakova K. V., Chervyakov D. E.
DETERMINATION OF THE STATUS OF DAILY QUAIL

РАСТЕНИЕВОДСТВО**CROP PRODUCTION**

О. В. Мухина, Н. С. Чухлебова, И. А. Донец, А. С. Голубь
**ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ СОРТОВ ПЕТУНИИ
(PETUNIA PARVIFLORA JUSS.) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕЕ
В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ** 42

Mukhina O. V., Chukhlebova N. S., Donets I. A., Golub A. S.
**ASSESSMENT OF DECORATIVENESS
OF PETUNIA VARIETIES (PETUNIA PARVIFLORA JUSS.)
WHEN USED IN GREEN CONSTRUCTION**

З. П. Оказова, В. А. Икоева
**ВРЕДНОСТЬ СОРНЯКОВ
В ПОСЕВАХ САХАРНОГО СОРГО
В РЕСПУБЛИКЕ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ–АЛАНИЯ** 47

Okazova Z. P., Ikoeva V. A.
**HARMFULNESS OF WEEDS
IN SUGAR SORGHUM CROPS
IN THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA–ALANIA**

УДК 637.131.2

DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-47-4-8

UBSITG

Дата поступления статьи в редакцию: 11.10.2022 г.


<https://elibrary.ru/ubstg>
Д. И. Грицай, А. Г. Немцев, В. В. Одноприенко, Р. А. Базаров**Gritsai D. I., Nemtsev A. G., Odnoprienko V. V., Bazarov R. A.**

УСТРОЙСТВО ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ОЧИСТКИ МОЛОКА

TWO-STAGE MILK PURIFICATION DEVICE

Предложена разработка устройства двухступенчатой очистки молока и пищевых жидкостей. Устройство относится к сельскому хозяйству, в частности к цедильным и фильтровальным приспособлениям для очистки молока, и может быть использовано в молочном производстве.

Представлено подробное описание конструкции устройства и принцип его работы. Рассмотрены возможные режимы работы устройства.

Авторским коллективом представлены результаты анализа режима работы и математическое описание исследований по обоснованию конструктивных параметров разработанного устройства двухступенчатой очистки молока и пищевых жидкостей от крупных механических включений. Получены уравнения для определения необходимого ускорения для удаления крупных механических включений в цилиндрический отстойник устройства. Показано, что выведенные уравнения справедливы и могут применяться для дальнейшей разработки устройства двухступенчатой очистки молока и пищевых продуктов.

Устройство может быть использовано как в составе доильных установок, так и в различных линиях первичной обработки молока.

Технический результат, который может быть достигнут с помощью предлагаемого изобретения, сводится к повышению эффективности процесса очистки молока при одновременном сохранении качественных и технологических свойств исходного продукта, а также к снижению материальных затрат.

Ключевые слова: очистка, устройство, принцип работы, режим работы, фильтр молочный, качество молока, первичная обработка, доильная установка.

The article proposes the development of a device for two-stage purification of milk and food liquids. The invention relates to agriculture, in particular to filtering and filtering devices for milk purification and can be used in dairy production.

A detailed description of the design of the device and the principle of its operation are presented. The possible operating modes of the device are considered.

The team of authors presents the results of the analysis of the operating mode and a mathematical description of studies to justify the design parameters of the developed device for two-stage purification of milk and food liquids, which cleans milk and food liquids from large mechanical impurities. Equations are obtained to determine the necessary acceleration to remove large mechanical inclusions in the cylindrical sump of the device. It is shown that the derived equations are valid and can be used for further development of a device for two-stage purification of milk and food products.

The device can be used both as a part of milking machines and in various lines of primary milk processing.

The technical result that can be achieved with the help of the present invention is to increase the efficiency of the milk purification process while maintaining the quality and technological properties of the original product, as well as to reduce material costs.

Key words: cleaning, device, operating principle, operating mode, milk filter, milk quality, primary processing, milking machine.

Грицай Дмитрий Иванович –

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой машин и технологий АПК ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4267-4394
Тел.: 8-918-874-06-56
E-mail: gritcay_kirill@mail.ru

Немцев Алексей Геннадьевич –

аспирант кафедры машин и технологий АПК ФГБОУ ВО «Ставропольский аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 9198-9920
Тел.: 8-961-442-90-71
E-mail: nemtsev.lesha@mail.ru

Одноприенко Владимир Викторович –

магистрант инженерно-технологического факультета ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-968-276-01-39
E-mail: vladimir.odnoprienko@gmail.com

Базаров Роман Алексеевич –

преподаватель учебно-методического отдела факультета среднего профессионально образования

Gritsai Dmitry Ivanovich –

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Machines and Technologies of the Agroindustrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 4267-4394
Tel.: 8-918-874-06-56
E-mail: gritcay_kirill@mail.ru

Nemtsev Alexsey Gennadievich –

postgraduate student of the Department of Machines and Technologies of the Agroindustrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 9198-9920
Tel.: 8-961-442-90-71
E-mail: nemtsev.lesha@mail.ru

Odnoprienko Vladimir Viktorovich –

master's student of the Department of Machines and Technologies of the Agroindustrial Complex FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-968-276-01-39
E-mail: vladimir.odnoprienko@gmail.com

Bazarov Roman Alekseevich –

teacher of the educational and methodological department of the Faculty of Secondary Vocational Education

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-928-349-77-93
E-mail: roman.bazarov.2014@mail.ru

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-928-349-77-93
E-mail: roman.bazarov.2014@mail.ru

Несмотря на беспрецедентные меры поддержки государством сельхозтоваропроизводителей в рамках Приоритетного национального проекта «Развитие АПК», самыми проблемными остаются молочное скотоводство и молочная отрасль в целом. Одной из наиболее значимых причин такого положения является низкий уровень качественных показателей получаемого молока. Основным поставщиком такого молока являются личные подсобные и небольшие фермерские хозяйства, товарность молока ниже 34 и 70 % [1].

Основным фактором для повышения качества, а следовательно, и товарности молока является удаление из него всевозможных механических примесей, из которых в молоко попадают различные, в том числе и патогенные, микроорганизмы [2].

Необходимо отметить, что при центробежной очистке с использованием сепараторов из молока выделяются только те частички «загрязнений, плотность которых выше плотности плазмы. Так, для примера, если животные содержатся на подстилке из торфа, то фильтры задерживают мелкие частицы торфа, попавшие в молоко, чего нельзя достичь с помощью очистителей центробежного типа. Следовательно, способность фильтра задерживать механические частицы определенного размера независимо от их плотности является их важным преимуществом перед сепараторами-очистителями»[3].

В Ставропольском ГАУ разработано устройство двухступенчатой очистки пищевых жидкостей, отличительной особенностью которого является процесс двухступенчатой очистки молока (рис. 1).

Молоко или пищевые жидкости насосом подаются через наклонно расположенный входной патрубок 2, размещенный на крышке 10 (сместен от ее центра), позволяющий в щадящем режиме подавать молоко на конический распределитель 5, исключая обратный ток молока и его взбивание. Далее молоко устремляется по направляющим 6 к коническому фильтрующему элементу грубой очистки 9, который задерживает крупные частицы загрязнений (1-я ступень очистки), а затем сквозь решетку 8 попадает на фильтрующий элемент тонкой очистки 7, где оно очищается окончательно (2-я ступень очистки) и выводится через выходной патрубок 3. Крупные частицы загрязнений за счет создания движения направляющими 6 конического распределителя 5 по коническому фильтрующему элементу грубой очистки 9 продвигаются и оседают в цилиндрическом отстойнике 12. Крышка 10 прижимает уплотнительным кольцом 11

фильтрующий элемент тонкой очистки 7 через конический фильтрующий элемент грубой очистки 9, который в свою очередь прижимает решетку 8, установленную на фиксирующем адаптере 4.

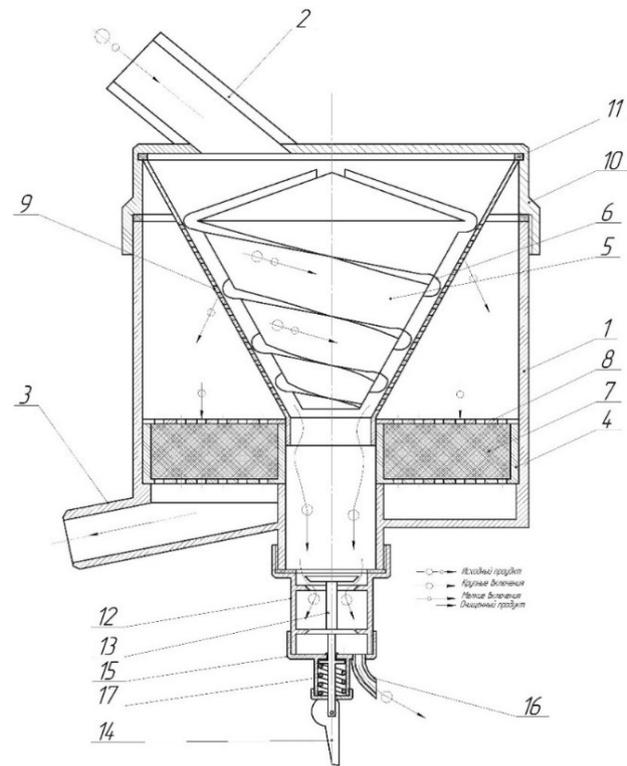


Рисунок 1 – Фильтр двухступенчатой очистки молока:

- 1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – адаптер; 5 – конический распределитель; 6 – направляющая; 7 – элемент тонкой очистки; 8 – прижимная решетка; 9 – фильтрующий элемент грубой очистки; 10 – крышка; 11 – уплотнительное кольцо; 12 – цилиндрический отстойник; 13 – клапанный блок двухстороннего действия; 14 – поворотный рычаг; 15 – крышка нижняя; 16 – грязеотводящий патрубок; 17 – пружина

«Для удаления загрязнений из цилиндрического отстойника 12 поворотный рычаг 14 проворачивают по часовой стрелке и устанавливают в горизонтальное положение (рис. 2), что обеспечивает перемещение клапанного блока двухстороннего действия 13 в нижнее положение. Верхняя часть цилиндрического отстойника 12 закрывается крышкой 15 и не контактирует с молоком или пищевой жидкостью, находящейся в цилиндрическом корпусе 1, в связи с этим молоко перестает контактировать с загрязнениями. Одновременно с закрытием верхней части цилиндрического отстойника 12 нижняя его часть открывается кла-

паным блоком двухстороннего действия 13, что обеспечивает выход загрязнений через грязеотводящий патрубок 16 в сборную емкость или канализацию. При возвращении поворотного рычага 14 в исходное положение пружина 17 поднимает клапанный блок двухстороннего действия 13 в верхнее положение. Верхняя часть цилиндрического отстойника 12 открывается, что способствует повторному накоплению загрязнений. Нижняя часть цилиндрического отстойника 12 закрывается, что препятствует прохождению молока» [4].

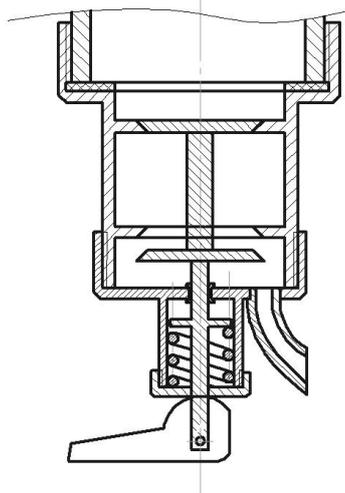


Рисунок 2 – Цилиндрический отстойник

Таким образом, «происходит очищение конического фильтрующего элемента грубой очистки 9 от загрязнений при работе устройства двухступенчатой очистки молока и пи-

щевых жидкостей. Наличие первой ступени очистки молока от крупных механических включений с постоянным их отводом и сбором в цилиндрический отстойник 12 снижает нагрузку на фильтрующий элемент тонкой очистки 7 и способствует получению молока высших сортов по чистоте, потому что крупные механические включения постоянно отводятся в цилиндрический отстойник 12, не подвергаются воздействию последующего потока молока или пищевых жидкостей и не размываются, чем предотвращается попадание микроорганизмов, содержащихся в них» [5].

Выполнен анализ режима работы «Незагруженной фильтрации» и математическое описание движения частиц по коническому распределителю (с определением скорости, необходимой для отделения от потока жидкости частиц загрязнений).

Режим «Незагруженной фильтрации» – когда фильтр 7 пропускает поступающий объем жидкости со скоростью, не допускающей наполнения камер фильтрующей зоны. Этот режим доступен только при подаче жидкости малым напором, с удельным объемом поступления ниже V_{\min} .

Считаем, что подлежащие тонкой очистке частицы загрязнений движутся со скоростью и направлением основного потока жидкости, то есть равнозначные объемы частиц и жидкости эквивалентны.

Для тела (в нашем случае частиц загрязнений) (рис. 3), расположенного на наклонной плоскости продавливающего конуса, целесообразно выбирать оси координат таким образом, чтобы ось Ox располагалась вдоль, а ось Oy – перпендикулярно наклонной плоскости.

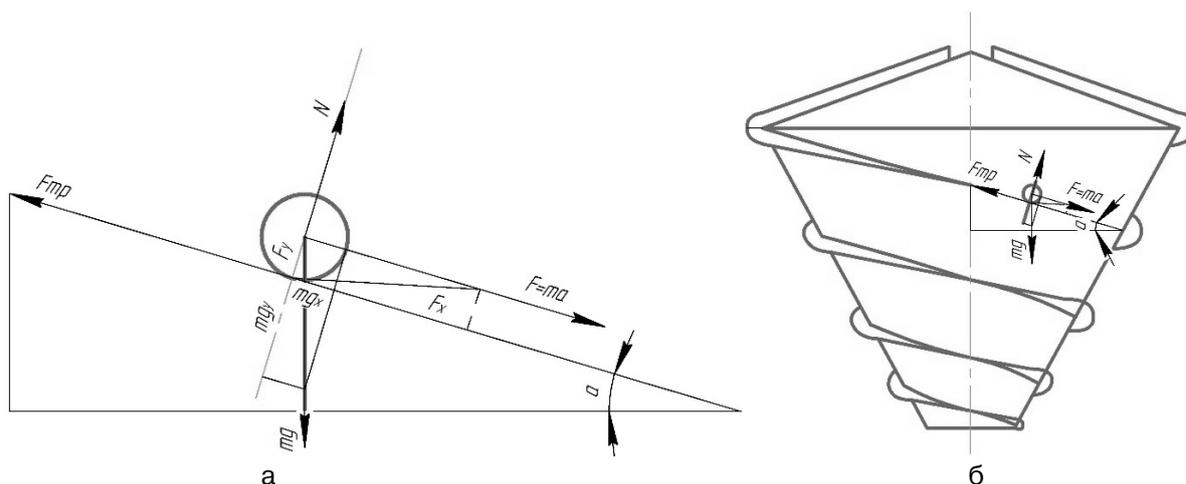


Рисунок 3 – Продавливающий конус (а) и проекция сил (б) на движение частиц загрязнений по винту продавливающего конуса

Тогда для проекции сил на оси координат получим следующие выражения:

$$\begin{aligned} F_x &= F \cos \alpha, F_y = F \sin \alpha, \\ mg_x &= mg \sin \alpha, mg_y = -mg \cos \alpha, \\ N_x &= 0, N_y = N, \\ F_{\text{тр}x} &= F_{\text{тр}}, F_{\text{тр}y} = 0, \end{aligned}$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила трения;
 μ – коэф. сопротивления движению;
 m – масса частицы;
 α – угол наклона плоскости;
 N – сила реакции опоры.

Тогда для движения по наклонной плоскости конического распределителя элементарного объема массы считаем

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha,$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}.$$

В нашем случае считаем данное уравнение одинаковым как для движения потока жидкости, так и для движения тела относительно потока жидкости.

Тогда

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha.$$

Путем преобразований получим

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha,$$

$$a = \frac{V - V_0}{t},$$

$$V = V_0 + at,$$

где a – ускорение движения частицы загрязнений;
 V – скорость движения частицы;
 t – время.

Тогда в каждый момент времени t_i модуль скорости при равноускоренном движении

$$V_i = V_0 + at_i$$

или

$$\begin{cases} V_{ix} = V_i \cos \alpha \\ V_{iy} = V_i \sin \alpha \end{cases}$$

В таком случае элементарный объем затрат на прохождение полного пути по направляющим винтам продавливающего конуса (до конца зоны тонкой фильтрации)

$$\langle t \rangle = \frac{h}{\langle V_y \rangle},$$

где h – высота конического распределителя.

$$\langle t \rangle = \sqrt{\frac{2h}{a_{\text{ц}}}},$$

где $a_{\text{ц}} = a \sin \alpha$ – центростремительное ускорение,

$$\langle V_x \rangle = \frac{V_{0x} + V_{kx}}{2},$$

где $V_{kx} = (V_0 + a \langle t \rangle) \cos \alpha$;
 $V_{0x} = V_0 \cos \alpha$.

Тогда центростремительное ускорение примет следующую форму:

$$\langle a_{\text{ци}} \rangle = \frac{\langle V_x^2 \rangle}{R_i},$$

где $\langle a_{\text{ци}} \rangle$ – среднее центростремительное ускорение в каждой точке;

R_i – радиус расположения элементарного объема оси систем.

При условии равномерности найдем $\langle R \rangle$: 4 витка на распределяющем конусе диаметрами от d_1 до d_4 :

$$\langle d \rangle = \frac{d_1 + d_4}{2},$$

$$\langle R \rangle = \frac{\langle d \rangle}{2} = \frac{d_1 + d_4}{4}.$$

Тогда

$$\langle a_{\text{ц}} \rangle = \frac{4m \langle V_x^2 \rangle}{d_1 + d_4}.$$

Тогда любая твердая частица будет сдвигаться под действием центробежной силы в направлении конического фильтра 9.

$$ma_{\text{в}} = \frac{4m \langle V_x^2 \rangle}{d_1 + d_4} - \mu mg,$$

где $a_{\text{в}}$ – ускорение выхода частицы из основного потока.

Таким образом, заявляемая конструкция двухступенчатой очистки молока и пищевых жидкостей позволит обеспечить следующие преимущества по сравнению с известными решениями:

- получение молока 1 группы чистоты за счет двухступенчатой очистки и постоянного сбора загрязнений в отстойник;
- сохранение технологических свойств молока за счет исключения структурных изменений его жировой фазы;
- высокая надежность и длительный срок службы при компактности и простоте конструкции устройства;
- легкое, безопасное и удобное обслуживание, не требующее специальной подготовки;
- легкая и быстрая замена отработавшего фильтрующего элемента без дополнительных приспособлений;
- универсальность использования за счет обеспечения монтируемости в различные системы фильтрации пищевых жидкостей и молока;
- высокая экономичность использования в связи с отсутствием затрат на ремонт элемента без дополнительных приспособлений.

Литература

1. Амерханов Х. А. Состояние и развитие молочного скотоводства в Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 2–5.
2. Технологии и технические средства для производства молока и мяса крупного рогатого скота в личных подсобных и фермерских хозяйствах / Д. В. Иванов, И. В. Капустин, Г. Г. Шматко ; СтГАУ. Ставрополь : АГРУС, 2016. 180 с.

References

1. Amerkhanov H. A. State and development of dairy cattle breeding in the Russian Federation // Dairy and meat cattle breeding. 2017. № 1. P. 2–5.
2. Technologies and technical means for the production of milk and meat of cattle in private subsidiary and farms / D. V. Ivanov, I. V. Kapustin, G. G. Shmatko ; StGAU. Stavropol : AGRUS, 2016. 180 p.

3. Пат. 208286 U1 Российская Федерация МПК А01J 11/00, А01J 11/06. Устройство двухступенчатой очистки пищевых жидкостей / И. В. Капустин, Д. И. Грицай, Е. И. Капустина, Д. А. Сидельников, В. А. Алексеенко, А. Г. Немцев, Р. А. Базаров ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. № 2021114983 ; заявл. 26.05.21 ; опубл. 13.12.21, Бюл. № 35.
4. Молоко: состояние и проблемы производства : монография / В. И. Трухачев, И. В. Капустин, Н. З. Злыднев, Е. И. Капустина. СПб. : Издательство «Лань», 2018. 300 с.
5. Пат. RU 2654603C1 Российская Федерация МПК А01J11/06. Устройство двухступенчатой очистки пищевых жидкостей, преимущественно молока / И. В. Капустин, Д. И. Грицай, Д. В. Иванов, О. И. Детистова, Д. А. Сидельников, В. И. Кузьминов, Е. К. Грабовенко ; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. № 2017141716 ; заявл. 29.11.17 ; опубл. 21.05.18, Бюл. № 15.
3. Patent 208286 U1 Russian Federation IPC A01J 11/00, A01J 11/06. The device of two-stage purification of food liquids / I. V. Kapustin, D. I. Gritsai, E. I. Kapustina, D. A. Sidelnikov, V. A. Alekseenko, A. G. Nemtsev, R. A. Bazarov ; applicant and patent holder of the Stavropol State Agrarian University. № 2021114983 ; announced 26.05.21 ; published 13.12.21, Bulletin № 35.
4. Milk: the state and problems of production : monograph / V. I. Trukhachev, I. V. Kapustin, N. Z. Zlydnev, E. I. Kapustina. SPb. : Publishing House «Lan», 2018. 300 p.
5. Patent RU 2654603C1 Russian Federation IPC A01J11/06. The device of two-stage purification of food liquids, mainly milk / I. V. Kapustin, D. I. Gritsai, D. V. Ivanov, O. I. Detistova, D. A. Sidelnikov, V. I. Kuzminov, E. K. Grabovenko ; applicant and patent holder of the Stavropol State Agrarian University. № 2017141716 ; announced 11.29.17 ; published on 05.21.18, Bulletin № 15.

УДК 615.349/35-089

DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-47-9-13

UDAQOR

Дата поступления статьи в редакцию: 01.11.2022 г.

<https://elibrary.ru/udaqor>**Н. А. Гвоздецкий, О. Э. Французов, Е. Ю. Рагулина, Д. М. Тамбиева,
А. И. Дуденко****Gvozdetsky N. A., Frantsuzov O. E., Ragulina E. Yu., Tambieva D. M., Dudenko A. I.**

МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ОЗОНИРОВАННОГО ОЛИВКОВОГО МАСЛА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

MECHANISMS OF INFLUENCE OF OZONATED OLIVE OIL ON BIOLOGICAL OBJECTS

Оливковое масло в основном потреблялось и производилось в средиземноморских странах с древних времен; тем не менее, появившись на Российском рынке сравнительно недавно, быстро завоевало популярность. С 1956 года ведутся исследования, результаты которых подтверждают лечебные свойства оливкового масла, и его производные можно рассматривать как «новую группу терапевтических средств». Одним из таких применений является озонированное оливковое масло, которое может сочетать в себе свойства оливкового масла и свойства озона для применения в терапии животных. Состав оливкового масла способствует высокой впитывающей скорости его через кожу и долгое время сохраняет свои химические свойства, так как оно способно стабилизировать озон, который является высокореактивной молекулой. Окислительная сила озона при этом может продолжать оказывать бактерицидное воздействие на патогенную микрофлору и (опосредованно) способствовать регенерации тканей. Представлена обзорная аналитическая информация о безопасности и механизме действия озонированных масел на микроорганизмы и на процессы активации метаболических функций. Проведен анализ современных исследований, позволяющих рассматривать озонированное масло как достаточно инновационный, практичный, безвредный и неинвазивный метод озонотерапии в ветеринарной практике.

Ключевые слова: оливковое масло, озон, фитотерапия, антимикробная активность, заживление ран.

Olive oil has been mainly consumed and produced in Mediterranean countries since ancient times; nevertheless, having appeared on the Russian market relatively recently, it quickly gained popularity. Since 1956, studies have been conducted, the results of which confirm that the medicinal properties of olive oil and its derivatives can be considered as a «new group of therapeutic agents». One such application is ozonated olive oil, which can combine the properties of olive oil and the properties of ozone for use in animal therapy. The composition of olive oil contributes to its high absorption rate through the skin, and long-term preservation of its chemical properties, as it is able to stabilize ozone, which is a highly reactive molecule. At the same time, the oxidative force of ozone can continue to have a bactericidal effect on pathogenic microflora and (indirectly) promote tissue regeneration.

This article provides an overview of analytical information on the safety and mechanism of action of ozonated oils on microorganisms and on the activation of metabolic functions. The analysis of modern studies that allow us to consider ozonated oil as a fairly innovative, practical, harmless and non-invasive method of ozone therapy in veterinary practice is carried out.

Key words: olive oil, ozone, phytotherapy, antimicrobial activity, wound healing.

Гвоздецкий Николай Алексеевич –

кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры эпизоотологии и микробиологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
RSCI SPIN-код: 9139-8280
Тел.: 8-963-382-28-33
E-mail: nikolay140890@mail.ru

Французов Олег Эдуардович –

кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет»
г. Элиста
Тел.: 8-909-750-41-11
E-mail: frantsuzov1965@yandex.ru

Рагулина Екатерина Юрьевна –

студентка 5 курса факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-962-491-77-73
E-mail: CNAFE@yandex.ru

Тамбиева Диана Магомедовна –

студентка 5 курса факультета ветеринарной медицины

Gvozdetsky Nikolay Alekseevich –

Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of the Department of Epizootology and Microbiology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7991-4900
Tel.: 8-963-382-28-33
E-mail: nikolay140890@mail.ru

Frantsuzov Oleg Eduardovich –

Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine FSBEI HE «Kalmyk State University»
Elista
Tel.: 8-909-750-41-11
E-mail: frantsuzov1965@yandex.ru

Ragulina Ekaterina Yurievna –

5th year student of the Faculty of Veterinary Medicine FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-962-491-77-73
E-mail: CNAFE@yandex.ru

Tambieva Diana Magomedovna –

5th year student of the Faculty of Veterinary Medicine

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-928-970-97-97
E-mail: diana.tambiyeva.01@inbox.ru

Дуденко Аксинья Игоревна – студентка 3 курса факультета среднего профессионального образования ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
Тел.: 8-920-257-01-82
E-mail: aksinya.dudenko@mail.ru

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-928-970-97-97
E-mail: diana.tambiyeva.01@inbox.ru

Dudenko Aksinya Igorevna – 3rd year student of the Faculty of Secondary Vocational Education of FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-920-257-01-82
E-mail: aksinya.dudenko@mail.ru

Фитотерапия обычно используется для лечения и профилактики кожных заболеваний, а этноботанические средства разрабатываются в разных регионах на основе местных растений, в частности известны две разные системы: традиционная китайская медицина, в которой используется комбинация различных трав и аюрведические травы, разработанные в Индии. В странах Европы использование фитотерапии связано с использованием очищенных экстрактов, которые применяют для замены синтетических химических препаратов. Растения, способные вырабатывать масла, являются неисчерпаемым источником сырья, которое, преобразованное различными процессами, находит множество применений как в качестве наполнителей продуктов, так и в качестве функциональных веществ.

Активные компоненты растений на самом деле представлены сложной смесью активных веществ различной химической природы (пектины, дубильные вещества, сапонины, эссенции, флавоноиды, эфирные масла и т. д.), концентрация которых в экстракте непосредственно связана с конкретным процессом экстракции. Наиболее распространенными растительными экстрактами являются водно-спиртовые экстракты, гликолевые экстракты, дистиллированная вода, масляные экстракты, сухие экстракты, растительные масла и эфирные масла. Растительные масла извлекают путем холодного отжима растительных препаратов, активные вещества которых характеризуются маслянистой текстурой. Масло в основном состоит из полиненасыщенных жирных кислот, которые в свою очередь богаты триглицеридами, а также содержат жирорастворимые витамины, антиоксидантные вещества и так называемую неомыляемую фракцию, сложную смесь веществ, пользующихся спросом в дерматологии и в косметологии. Миндальное масло, масло зародышей пшеницы, кокосовое масло, оливковое масло и отчасти подсолнечное масло являются основными видами растительных масел, используемых в косметике. Большое сходство с кожным салом дает превосходную способность восстанавливать физиологический кожный барьер посредством защитного, пленкогенного и смягчающего действия.

Оливковое масло состоит из глицеридов, таких как олеиновая, арахидовая, пальмитиновая, линолевая и стеариновая кислоты, а также фенольных соединений. Оно очень важно в косметической и фармацевтической областях. Лечебные свойства оливкового масла известны на протяжении тысячелетий настолько, что Гиппократ советовал использовать сок свежих оливок для лечения психических заболеваний, а обертывания – для заживления язв. В средние века и в эпоху Возрождения оливковое масло пользовалось большим спросом в лечении гинекологических инфекций и считалось полезным при лечении болезней сердца, гипертонии и лихорадки.

Оливковое масло первого холодного отжима (extra virgin) было и остается самым распространенным и широко применяемым не только в косметологии, но и в медицине. По различным эпидемиологическим данным было установлено, что заболеваемость воспалительными, сердечно-сосудистыми и опухолевыми заболеваниями, как правило, ниже в средиземноморских европейских странах (таких как Италия, Испания и Греция), чем в других западных и северных странах. Это можно объяснить высоким уровнем потребления оливкового масла в средиземноморской диете, что удовлетворяет ежедневную потребность в витамине E, незаменимых жирных кислотах и специфических антиоксидантах, особенно представленных фенольными соединениями и токоферолами. Кроме того, антиоксиданты играют главную роль в устойчивости к окислению и, следовательно, в стабильности оливкового масла и, как было показано, оказывают многочисленные полезные эффекты на организм человека и животных.

Защитный эффект антиоксидантов в основном заключается в их способности подавлять действие свободных радикалов кислорода, обозначаемых аббревиатурой ROSs. ROSs – это высокореактивные вещества, представленные атомами или молекулами с рассеянным одним или несколькими электронами, которые способны вызывать окислительный стресс (резкое увеличение окислительных процессов). Когда организм подвергается усилению окислительных процессов, наблюдается повышение уровня F₂-изопропанов (IsoPs) в плазме и экскреции с мочой. IsoPs – это тип нового соединения, структурно схожего с простагландинами, био-

синтезируемого в естественных условиях от катализируемого свободными радикалами перекисного окисления арахидоната, независимого от циклооксигеназ (ЦОГ). Окислительный стресс, по-видимому, становится основной причиной многих хронических и дегенеративных заболеваний и старения кожи. ROSs индуцируют мутации ДНК и изменения белка, которые способствуют канцерогенезу; вызывают окисление липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), принимающих участие в образовании атеросклеротических бляшек. Могут оказывать влияние на процессы клеточного старения по причине перекисного окисления липидов мембран, которые становятся более проницаемыми и менее эффективными.

Благоприятное воздействие и, в частности, противоопухольевая активность оливкового масла на здоровье человека и животных объясняются высоким содержанием фенольных веществ, которые обладают высокой антиоксидантной способностью. Фенольные соединения, взаимодействуя с α -токоферолом и коэнзимом Q, защищают клетки от окислительного повреждения, противодействуя токсическому действию АФК (активных форм кислорода). В ходе многочисленных эпидемиологических исследований была продемонстрирована корреляция между потреблением оливкового масла первого отжима и риском возникновения определенных видов рака, таких как рак молочной железы, легких, толстой кишки, поджелудочной железы, яичников и предстательной железы. Было показано, что среди фенольных соединений одним из наиболее биологически активных является гидрокситирозол (3,4-DHPEA), который способен ингибировать фермент 5-липноксигеназу, сокращая выработку лейкотриена B₄, возникающего в результате метаболизма эйкозаноидов. Кроме того, гидрокситирозол способен ингибировать *in vitro* окисление ЛПНП и в естественных условиях агрегацию тромбоцитов. Некоторые экспериментальные исследования также показали, что фенольный экстракт оливкового масла первого отжима и два изолированных соединения, диальдегидная форма гидрокситирозола (3,4-DHPEA-EDA) и тиола (p-HPEA-EDA), способны ингибировать неконтролируемую клеточную пролиферацию, блокируя клеточный цикл при G₀/G₁ и индуцировать апоптоз в некоторых линиях раковых клеток [1, 2]. Однако соединения с большей биологической активностью являются соединения, содержащие остатки орто-дифенола; было показано, что 3,4-DHPEA и 3,4-DHPEA-EDA более эффективны, чем p-HPEA и p-HPEA-EDA, в защите ДНК от повреждений, вызванных окислением [3].

Производство АФК также тесно связано с воспалительными процессами, при которых ферменты циклооксигеназы (ЦОГ-1 и ЦОГ-2), относящиеся к классу оксидоредуктаз, ускоряют превращение арахидоновой кислоты в простагландины. P-HPEA-EDA, также называемый олеоканталом, обладает способностью инги-

бировать активность таких ферментов и оказывает фармакологическим действием, схожим с действием ибупрофена, который относится к классу нестероидных противовоспалительных препаратов [4].

Также было показано, что потребление оливкового масла может улучшить регуляцию артериального давления и содержание холестерина в крови; эти события, наряду с ингибированием агрегации тромбоцитов и снижением окисления ЛПНП, важны для предупреждения возникновения атеросклеротических бляшек и сердечно-сосудистых патологий. Оливковое масло также содержит много мононенасыщенных жирных кислот, включая олеиновую кислоту, которая входит в состав клеточных мембран и может постепенно заменять полиненасыщенные жирные кислоты. Мембраны, богатые мононенасыщенными жирными кислотами, более жидкие и менее подвержены перекисному окислению липидов [5].

Некоторые исследования показали, что регулярное потребление этого продукта может способствовать снижению риска развития диабета. Терапевтические свойства оливкового масла включают слабительный эффект и стимуляцию функции желчевыводящих путей. Наконец, некоторые исследования на животных моделях показали, что употребление оливкового масла может нейтрализовать ущерб, наносимый эпидермальным ультрафиолетовым излучением.

Чрезмерное применение антибиотиков для лечения инфекционных заболеваний привело к большой антибиотикорезистентности микроорганизмов, поэтому стоит задача разработать новые молекулы с антибиотическими свойствами, которые будут несинтетические и натуральные. Растения способны противостоять грибковым и бактериальным инфекциям, и поэтому их вторичные метаболиты могут быть использованы в области лекарственных трав. Маоз и Неeman в своем исследовании сообщили о противогрибковом действии оливкового масла из-за высокого содержания олеиновой кислоты [6]. Озонированное масло увеличивает эту природную способность, потому что озон действует на микроорганизмы благодаря своей большей окислительной способности; фактически, он способен разрушать макромолекулы, которые являются основой жизненной целостности бактериальных клеток, грибов, простейших и вирусов. Озон при контакте с липопротеинами микроорганизмов образует H₂O₂ и конечные продукты окисления липидов (LOP); H₂O₂ обеспечивает бактериостатическую и бактерицидную активность, в то время как конечные продукты окисления липидов обладают индукционной активностью и активируют метаболические функции (рис.). Нагаеси и др. [7] сообщили о способности озона уничтожать грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы, среди которых грамотрицательные бактерии более чувствительны.

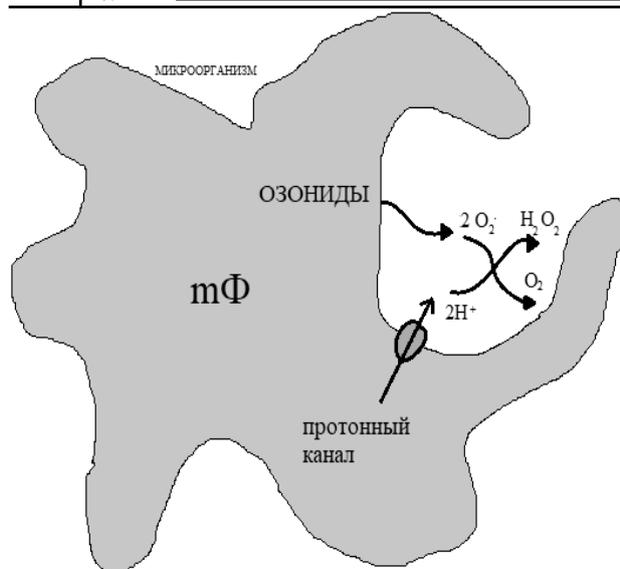


Рисунок – Молекулярный механизм антимикробной активности озонидов: кислород, усвоенный из озонидов, вступает в реакцию с протонами с образованием H_2O_2 , который обладает бактериостатической и бактерицидной активностью

Для инактивации вируса необходима более высокая доза озона, чем та, которая требуется для бактерий. Озон окисляет и впоследствии инактивирует специфические вирусные рецепторы, используемые для связывания клеточной стенки при вирусной инфекции [8].

Целью фармакологических исследований всегда был поиск лекарственных средств, которые бы не вызывали антибиотикорезистентность и повышали сопротивляемость организма. В последнее время поиск таких препаратов про-

исходит среди натуральных и несинтетических продуктов, таких как лекарственные травы, среди которых особый интерес вызывает оливковое масло, которое египтяне называют «желтым золотом» за его бесчисленные полезные свойства. Сегодня можно встретить множество продуктов на основе оливкового масла, в том числе для личной гигиены. В области продуктов на масляной основе особый интерес вызывают продукты, содержащие озонированное масло; эти продукты являются результатом объединения полезных свойств оливкового масла и озона. Сочетая полезные свойства оливкового масла и озона, озонированное оливковое масло становится очень эффективным средством для местного лечения острых и хронических поражений кожи. Озониды, образующиеся во время процедуры озонирования, обладают многими свойствами, включая высокую бактерицидную активность в отношении грибов, дрожжей, вирусов и бактерий; заживление эпителиальных тканей; стимуляцию грануляции и роста тканей и активацию местной микроциркуляции.

Озонированное масло является достаточно инновационным, практичным, безвредным и неинвазивным из методов применения, разработанных в области гуманной озонотерапии за последние 130 лет. Оно продемонстрировало интересные терапевтические свойства. Однако в ветеринарной практике опыт использования его достаточно скуден. Дальнейшие исследования биологических эффектов озона, растворенного в растительных маслах, включающие бактерицидную активность и улучшение метаболизма O_2 , безусловно будут интересны и полезны при использовании данного вещества в современной ветеринарной практике.

Литература

1. Гидрокситирозол, природная молекула, содержащаяся в оливковом масле, индуцирует цитохром с-зависимый апоптоз / F. Della Ragione, V. Cucciolla, A. Borriello [et al.] // Биохимические и биофизические исследовательские коммуникации. 2000. № 278. С. 733–739.
2. Фенолы оливкового масла первого отжима ингибируют пролиферацию клеток промиелоцитарного лейкоза человека (HL60) путем индуцирования апоптоза и дифференцировки / Р. Фабиани, А. Де Бартоломео, П. Розиньоли [и др.] // Журнал питания. 2006. № 136. С. 614–619.
3. Окислительное повреждение ДНК предотвращается экстрактами оливкового масла, гидрокситирозола и других оливковых фенольных соединений в мононуклеарных клетках крови человека и клетках HL60 / Р. Фабиани, П. Розиньоли, А. Де Бартоломео [и др.] // Журнал питания. 2008. № 138. С. 1411–1416.
4. Фитохимия: активность, подобная ибупрофену, в оливковом масле первого отжима /

References

1. Hydroxytyrosol, a natural molecule contained in olive oil, induces cytochrome c-dependent apoptosis / F. Della Ragione, V. Cucciolla, A. Borriello [et al.] // Biochemical and biophysical research communications. 2000. № 278. P. 733–739.
2. Phenols of extra virgin olive oil inhibit the proliferation of human promyelocytic leukemia (HL60) cells by inducing apoptosis and differentiation / R. Fabiani, A. De Bartolomeo, P. Rosignoli [et al.] // Nutrition journal. 2006. № 136. P. 614–619.
3. Oxidative DNA damage is prevented by extracts of olive oil, hydroxytyrosol and other olive phenolic compounds in human blood mononuclear cells and HL60 cells / R. Fabiani, P. Rosignoli, A. De Bartolomeo [et al.] // Nutrition journal. 2008. № 138. P. 1411–1416.
4. Phytochemistry: ibuprofen-like activity in extra virgin olive oil / G. K. Beuchamp, S. J. K. Russel, D. Morel // Nature. 2005. № 437. P. 45–46.

- G. K. Veuchamp, S. J. K. Russel, D. Morel // Природа. 2005. № 437. С. 45–46.
5. Влияние пищевых полиненасыщенных жирных кислот n-6 или n-3, защищенных или нет от гидрогенизации в рубце, на липиды плазмы и их восприимчивость к перекисному окислению у бычков на откорме / В. Скисловски, Д. Бошарт, Д. Груффат // Журнал зоотехнии. 2005. № 83. С. 2162–2174.
 6. Маоз М., Неeman И. Влияние экстракта вискозы инулы на синтез хитина у дерматофитов и *Candida albicans* // Журнал этнофармакологии. 2000. № 71. С. 479–482.
 7. Эффективность озона в отношении выживания и проницаемости микроорганизмов полости рта / М. Нагаеси, Т. Фукуизуми, С. Китamura // Микробиология полости рта и иммунология. 2004. № 19. С. 240–246.
 8. Geweely N. S. I. Противогрибковая активность озонированного оливкового масла (олеазона) // Международный журнал сельского хозяйства и биологии. 2006. № 8 (5). P. 670–675.
 5. Effect of dietary polyunsaturated fatty acids n-6 or n-3, protected or not from hydrogenation in the rumen, on plasma lipids and their susceptibility to peroxidation in fattening bulls / V. Skislovsky, D. Boshart, D. Gruffat // Journal of Animal Science. 2005. № 83. P. 2162–2174.
 6. Maoz M., Neeman I. Effect of viscose inula extract on chitin synthesis in dermatophytes and *Candidaalbicans* // Journal of Ethnopharmacology. 2000. № 71. P. 479–482.
 7. Effectiveness of ozone in relation to the survival and permeability of microorganisms of the oral cavity / M. Nagayoshi, T. Fukuizumi, S. Kitamura // Oral microbiology and immunology. 2004. № 19. P. 240–246.
 8. Geweely N. S. I. Antifungal activity of ozonated olive oil (oleazone) // International Journal of Agriculture and Biology. 2006. № 8 (5). P. 670–675.

<https://elibrary.ru/xmxbhq>**К. Д. Джамбулатова**

Dzhambulatova K. D.

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЯСА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ГИПОТРОФИИ

THE EFFECT OF PROBIOTIC DRUGS ON THE PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION OF BROILER CHICKEN MEAT IN HYPOTROPHY

Приведены результаты опытов для установления особенностей действия пробиотических веществ на химический состав мяса птицы.

Для лечения гипотрофии используются различные медикаменты. Несмотря на это, внедрение новых профилактических препаратов в ветеринарную практику остается актуальной темой, так как не все препараты обладают эффективными фармакологическими свойствами, низкой токсичностью и незначительными побочными эффектами. Поэтому особое внимание уделяется препаратам, которые экологически безопасны, не накапливаются в тканях и не вызывают аллергии.

Для улучшения резистентности и стимуляции обменных процессов у гипотрофиков используют пробиотические препараты. Опыт проведен в условиях вивария ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ на цыплятах-бройлерах кросса Смена 7. Четыре группы цыплят-бройлеров отобраны методом групп-аналогов, в каждой группе было по 25 голов. Исследование длилось 42 дня. Исследуемая домашняя птица содержалась в групповых клетках одного круга, соблюдались гигиенические требования. Контрольная группа потребляла основной рацион (БД) в виде полнорационного корма. Исследуемые группы дополнительно получали различные дозы пробиотических добавок – Ветом 1.1 в дозе 6 г/кг корма и Лактобифадол в дозе 1,2 г/кг корма.

С целью изучения влияния пробиотической добавки на химический состав мяса исследуемой птицы был проведен убой на 14, 21, 28, 35, 42 сутки.

Грудные мышцы исследовали в соответствии со стандартными методами (Kozvr. 2002).

Представлены результаты по изучению химического состава грудных и бедренных мышц цыплят-бройлеров при введении в их рацион пробиотиков Лактобифадол и Ветом 1.1. При определении химического состава мышц выявлено, что максимальные значения имели цыплята третьей опытной группы, то есть значения данных показателей выше по сравнению с аналогом контрольной группы. Полученные результаты позволяют определить, что используемые пробиотики оказывают существенное влияние на химические показатели мяса цыплят-бройлеров и в особенности при гипотрофии. На основании проведенных химических исследований можно заключить, что пробиотические препараты благоприятно влияют на пищевую ценность мяса цыплят-бройлеров при гипотрофии.

Ключевые слова: пробиотики, гипотрофия, цыплята-бройлеры, сырая зола, протеин, влажность.

The article presents the results of experiments to establish the features of the action of probiotic substances on the chemical composition of poultry meat.

Various medications are used to treat hypotrophy. Despite this, the introduction of new prophylactic drugs into veterinary practice remains a relevant topic, since not all drugs have effective pharmacological properties, low toxicity and minor side effects. Therefore, special attention is paid to drugs that are environmentally friendly, do not accumulate in tissues and do not cause allergies.

To increase resistance and stimulate metabolic processes in hypotrophics, probiotic preparations are used. The experiment was carried out in the vivarium of the Orenburg State Agrarian University on broiler chickens of the Smena 7 cross. Four groups of broilers were selected by the method of analog groups, each of which has 25 heads. The study lasted 42 days. The studied poultry were kept in group cages in one circle, and hygiene requirements were observed. The control group consumed a basic diet (BD) in the form of a complete feed. The study group received additional varying doses of probiotic supplements – Vetom 1.1 at a dose of 6 g/kg of feed and Lactobifadol at a dose of 1.2 g/kg of feed.

In order to study the effect of a probiotic supplement on the chemical composition of the meat of the studied poultry, slaughter was carried out for 14, 21, 28, 35, 42 days.

The pectoral muscles were examined according to standard methods (Kozvr. 2002).

The results on the study of the chemical composition of the pectoral and femoral muscles of broiler chickens with the introduction of probiotics Lactobifadol and Vetom 1.1 into their diets are presented. When determining the chemical composition of the muscles, it was revealed that the chickens of the third experimental group had the maximum values, that is, the values of these indicators are higher compared to the analogue of the control group. The results obtained are if the probiotics used chemical parameters of the meat of broiler chickens and, in particular, in hypotrophy. Based on the conducted chemical studies, it can be concluded that probiotic preparations favorably affect the nutritional value of broiler chicken meat in hypotrophy.

Key words: probiotics, hypotrophy, broiler chickens, raw ash, protein, moisture.

Джамбулатова Клара Дамировна – старший преподаватель кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и фармакологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»
г. Оренбург
РИНЦ SPIN-код: 4977-1214
Тел.: 8-932-863-51-23
E-mail: klara1607@yandex.ru

Dzhambulatova Klara Damirovna – Senior Lecturer of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Pharmacology FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»
Orenburg
RSCI SPIN-code: 4977-1214
Tel.: 8-932-863-51-23
E-mail: klara1607@yandex.ru

На данный момент большое внимание уделяется препаратам пробиотического ряда. Биологическая и пи-

тательная ценность продуктов животного происхождения обусловлена содержанием в мясе высококачественных белков,

жиров, незаменимых аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, а также микро- и макроэлементов. В последние годы для улучшения качества мясных продуктов применяют различные безопасные для живых организмов препараты.

Коррекция рационов пробиотическими препаратами нормализует баланс полезных и вредных микроорганизмов в микрофлоре пищеварительного тракта птицы и улучшает метаболизм питательных веществ, воздействующих на иммунную резистентность [1].

Продукты обмена веществ пробиотиков и их собственные микроорганизмы обеспечивают оптимальную среду для нормального сосуществования прокариотических микроорганизмов, способствуют снижению ретенции токсичных агентов в организме птицы. Коррекция гипотрофии цыплят-бройлеров пробиотиками значительно повышает продуктивность последних и улучшает качество продуктов [2].

Максимально возможная безопасность пищевых продуктов, в том числе продуктов птицеводства, является насущной проблемой. Положительный эффект от использования пробиотиков в питании сельскохозяйственной птицы проявляется в повышении продуктивности

и поддержании нормального физиологического статуса [3].

Таким образом, пробиотики оказывают положительное влияние на организм птицы, питают, способствуют повышению биологического статуса. Бифидо- и пробиотические препараты усиливают эффект насыщения грудных и бедренных мышц белком, а также способствуют снижению содержания свинца, кадмия и цинка в мясе [4, 5].

Научно-исследовательский опыт проводили на цыплятах-бройлерах кросса Смена-7 в условиях вивария ФГБОУ ВО Оренбургского ГАУ.

Для изучения влияния пробиотических добавок на химический состав мяса исследуемой птицы были созданы четыре группы. Первая группа – цыплята-нормотрофики (контрольная), вторая – цыплята-гипотрофики (опытная I), и две группы (опытная II и опытная III) – цыплята-гипотрофики с коррекцией пробиотиками.

Целью исследований было определение влияния пробиотических препаратов на физико-химические показатели мяса цыплят-бройлеров.

Изучение химических показателей дает представление о скорости развития организма.

В результате проведенных исследований нами были получены следующие данные.

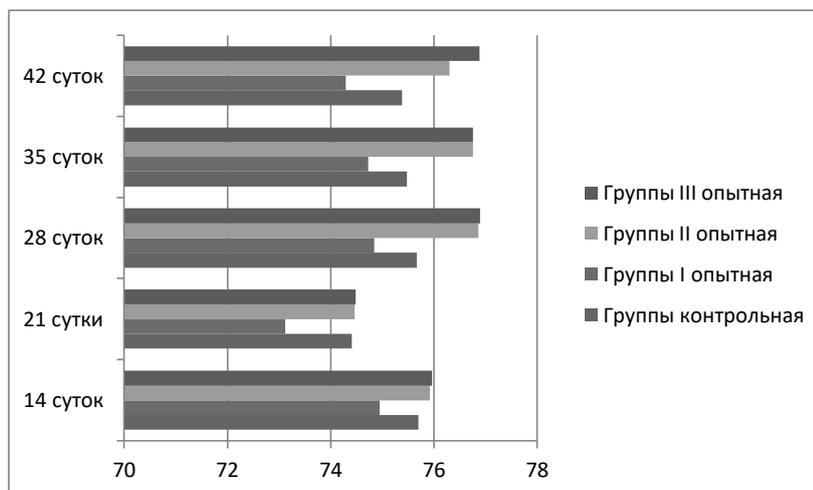


Рисунок 1 – Процентное содержание влаги в мясе цыплят-бройлеров

При определении химического состава мышц выявлено, что максимальные значения имели цыплята третьей опытной группы, то есть значения данных показателей выше по сравнению с аналогом контрольной группы. Разница влажности в 14 дней составляет 0,32 %; в 21 день – 0,11 %; в 28 дней – 0,8 %; в 35 дней – 1,75 %; в 42 дня – 1,45 %. Данные результатов исследований птиц второй опытной группы показывают, что также имелась разница в содержания влаги с результатами контроля, которая составила: в 14 дней – 0,2 %; в 21 день – 0,06 %; в 28 дней – 0,5 %; в 35 дней – 1,6 %; в 42 дня – 1,2 %.

У бройлеров I опытной группы значения влажности ниже, чем у контрольной. Отличие составляет от 0,06 до 1,69 %.

Максимальные показатели содержания жира имели цыплята третьей опытной группы.

Процентное содержание сырого жира у цыплят II опытной группы в 14-дневном возрасте превышало значение данного показателя птицы контрольной группы на 5,3 %; в 21-дневном возрасте на 4,8 %; в возрасте 28 суток – на 2,1 %; в 35 суток – на 6,1 % и в 42 суток – на 1,8 %.

У гипотрофиков без коррекции пробиотиками отмечается тенденция понижения данного показателя по отношению к контрольной группе, разница с которой в 14 суток составляла 1,6 %; в 21 сутки – 5,1 %; в 28 суток – 1,7 %; в 35 суток – 14,45; в 42 суток – 17,7 %.

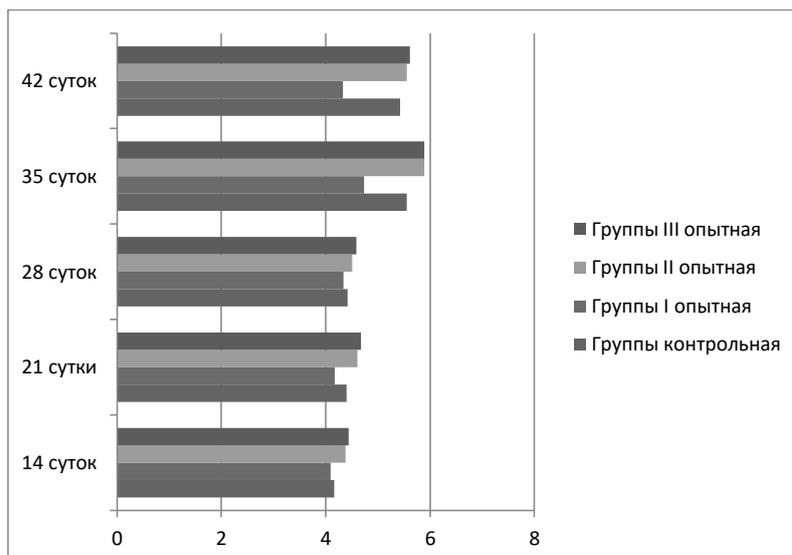


Рисунок 2 – Процентное содержание сырого жира в мясе цыплят-бройлеров

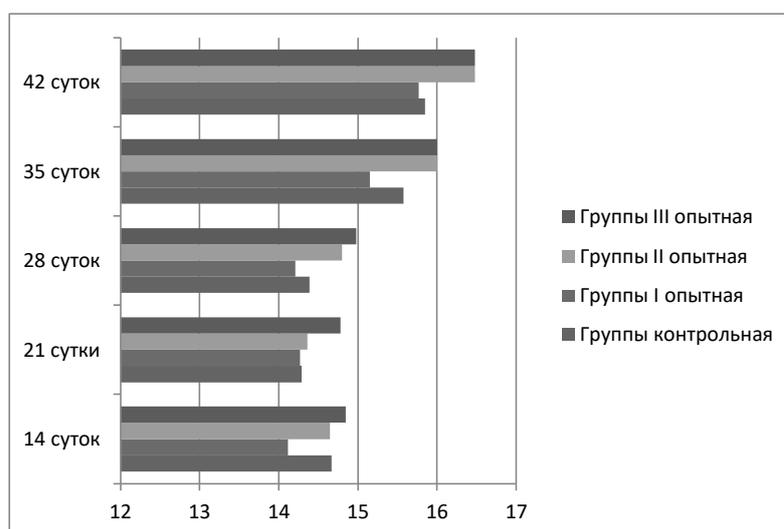


Рисунок 3 – Процентное содержание сырого протеина в мясе цыплят-бройлеров

При изучении содержания протеина в мышечной ткани у птицы третьей опытной группы в возрасте 14 суток отмечается снижение белка на 0,22, а у птицы второй опытной группы – на 0,18 % по сравнению с показателями нормотрофиков, однако в дальнейшем наблюдается повышение протеина, и разница между значениями у представителей, получавших Ветом 1.1, и контрольной групп уже в 21 сутки составляла 0,65 %; в 28 суток – 3,1 %; в 35 суток – 4,78 %; в 42 суток разница достигла 8,56 %, у цыплят-бройлеров при коррекции Лактобифадолом было отмечено увеличение содержания протеина от 0,5 до 8,2 % по отношению к нормотрофикам.

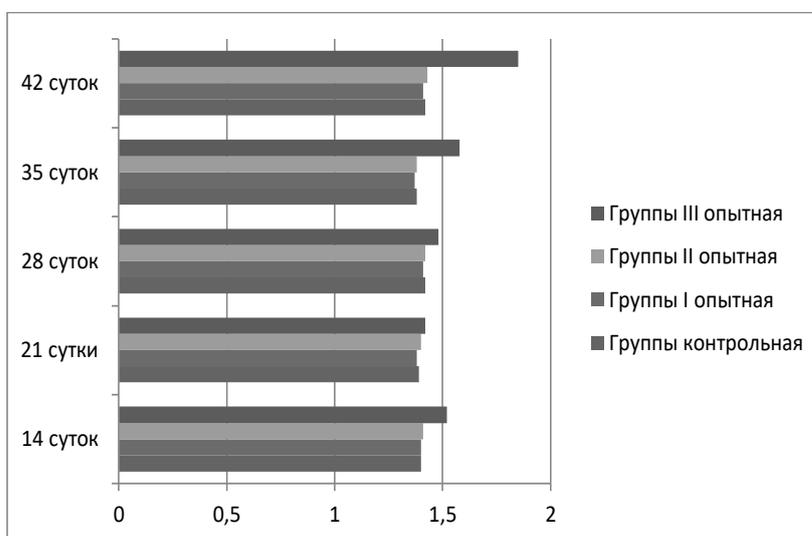


Рисунок 4 – Процентное содержание сырой золы в мясе цыплят-бройлеров

Содержание протеина у птицы первой опытной группы ниже аналогов из контроля, разница варьирует от 0,16 до 20,1 %.

Количество сырой золы в образцах мяса цыплят-бройлеров на 14 сутки I, II опытных и контрольной групп относительно одинаковое. У птицы III опытной группы прослеживается динамика увеличения протеина на протяжении всего опыта по сравнению с контролем.

У гипотрофиков без коррекции пробиотиками процент содержания количества золы

меньше, чем у нормотрофиков, а у аналогов из II и III опытных группы данный показатель превышает на 0,29 % и 0,33 % соответственно.

Полученные результаты проведенных химических исследований указывают на то, что пробиотические препараты благоприятно влияют на пищевую ценность мяса птицы. И следует отметить, что наибольший эффект на гипотрофиков оказал пробиотик «Ветом 1.1.».

Литература

1. Quality control and safety of broiler chickens slaughter products amid hypotrophy / K. D. Dzhambulatova, R. S. Taiguzin, A. A. Torshkov, M. V. Zabolotnykh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Omsk, 29–30 March 2021. Omsk, 2022. P. 012027.
2. Джамбулатова К. Д., Тайгузин Р. Ш., Торшков А. А. Рост и мясная продуктивность цыплят-бройлеров при использовании пробиотиков при гипотрофии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 5(73). С. 268–270.
3. Матвеев О. А., Торшков А. А. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров в постинкубационном онтогенезе // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2020. Т. 241, № 1. С. 138–142.
4. Пробиотические препараты на основе микроорганизмов рода *Bacillus* / О. В. Федорова, А. И. Назмиева, Э. И. Нуретдинова, Р. Т. Валеева // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19, № 15. С. 170–174.
5. Топурия Л. Ю., Топурия Г. М., Григорьева Е. В. Фармакологические аспекты применения пробиотиков в бройлерном птицеводстве. Оренбург, 2012. С. 11–17.

References

1. Quality control and safety of broiler chickens slaughter products amid hypotrophy / K. D. Dzhambulatova, R. S. Taiguzin, A. A. Torshkov, M. V. Zabolotnykh // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Omsk, 29–30 March 2021. Omsk, 2022. P. 012027.
2. Dzhambulatova K. D., Tayguzin R. S., Torshkov A. A. Growth and meat productivity of broiler chickens when using probiotics in hypotrophy // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2018. № 5(73). P. 268–270.
3. Matveev O. A., Torshkov A. A. Morphological blood parameters of broiler chickens in post-incubation ontogenesis // Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman. 2020. Vol. 241. № 1. P. 138–142.
4. Probiotic preparations based on microorganisms of the genus *Bacillus* / O. V. Fedorova, A. I. Nazmieva, E. I. Nuretdinova, R. T. Valeeva // Bulletin of the Technological University. 2016. Vol. 19. № 15. P. 170–174.
5. Topuria L. Yu., Topuria G. M., Grigorieva E. V. Pharmacological aspects of the use of probiotics in broiler poultry farming. Orenburg, 2012. P. 11–17.



**Е. В. Белая, И. С. Бейшова, М. И. Селионова, Р. С. Шулинский,
Т. В. Ульянова**

Belaya A. V., Beishova I. S., Selionova M. I., Shulinsky R. S., Ulyanova T. V.

ПОЛНОГЕНОМНЫЙ ПОИСК QLT-АССОЦИИРОВАННЫХ SNP ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАСЛЕДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ У КАЗАХСКОГО БЕЛОГОЛОВОГО СКОТА

GENOME-WIDE SEARCH FOR QLT-ASSOCIATED SNPs TO PREDICT THE HEREDITARY POTENTIAL OF PRODUCTIVITY IN KAZAKH WHITE-HEADED CATTLE

На примере результатов GWAS для выборки казахского белоголового скота показан подход к поиску новых породоспецифичных потенциальных генетических маркеров для мероприятий маркер-ассоциированной селекции. Приведены результаты полногеномного поиска ассоциаций для 100 740 полиморфных сайтов с признаками мясной продуктивности с помощью однолокусной линейной модели. Животные были генотипированы с помощью чипа GeneSeek GGP Bovine 150 K, который содержит 150 000 SNP (Neogen Corporation Company, Lincoln, NE, USA). Оценка уровня доверия к модели проведена с помощью графиков квантиль-квантиль (QQ plot) при уровнях значимости 0,00001, 0,0001 и 0,005. Показано, что применение модели допускает уровни значимости $p \leq 0,005$ для входа SNP в исследование по признакам «живая масса при рождении» и «живая масса при отъеме» и $p \leq 0,001$ по признакам «живая масса в 12 месяцев» и «среднесуточный привес». Фенотипические эффекты обнаруженных SNP высокой значимости охарактеризованы SNP с помощью коэффициента регрессии. Полученные результаты позволяют рассматривать данный подход как источник дополнительной информации при поиске потенциальных генов кандидатов и генетических маркеров для разработки небольших генетических панелей, позволяющих оценить потенциал мясной продуктивности у молодых животных.

Ключевые слова: полногеномный поиск ассоциаций, казахская белоголовая порода, полиморфный сайт, мясная продуктивность, однолокусная линейная модель, фенотипические эффекты, генетические маркеры.

In this work, on the example of the GWAS results for a sample of Kazakh white-headed cattle, an approach is shown to the search for new breed-specific potential genetic markers for marker-associated breeding activities. The results of a genome-wide search for associations for 100,740 polymorphic sites with signs of meat productivity using a single-locus linear model are presented. Animals were genotyped using a GeneSeek GGP Bovine 150 K chip containing 150,000 SNPs (Neogen Corporation Company, Lincoln, NE, USA). The level of confidence in the model was assessed using quantile-quantile plots (QQ plot) at significance levels of 0.00001, 0.0001, and 0.005. It is shown that the application of the model allows significance levels $p \leq 0.005$ for SNP entry into the study for the traits live weight at birth and live weight at weaning, and $p \leq 0.001$ for the traits live weight at 12 months and daily weight gain. The phenotypic effects of the detected SNPs of high significance were characterized by SNPs using a regression coefficient. The results obtained allow us to consider this approach as a source of additional information when searching for potential candidate genes and genetic markers for the development of small genetic panels that allow us to assess the potential of meat productivity in young animals.

Key words: genome-wide association studies, Kazakh white-headed breed, polymorphic site, meat productivity, single-locus linear model, phenotypic effects, genetic markers.

Белая Елена Валентиновна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры морфологии и физиологии человека и животных УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
Республика Беларусь, г. Минск
РИНЦ SPIN-код: 7544-8630
Тел.: +375-29-619-66-18
E-mail: Belaya005@rambler.ru

Belaya Alena Valentinovna –

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of Department of Morphology and Physiology of Humans and Animals EI «Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank»
Republic Belarus, Minsk
RSCI SPIN-code: 7544-8630
Tel.: +375-29-619-66-18
E-mail: Belaya005@rambler.ru

Бейшова Индира Салтановна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доктор биологических наук, ассоциированный профессор, директор испытательного центра НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»
г. Уральск
РИНЦ SPIN-код: 4489-7407
Тел.: 8-707-453-38-27
E-mail: indira_bei@mail.ru

Beishova Indira Saltanovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Director of the test center NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan»
Uralsk
RSCI SPIN-code: 4489-7407
Tel.: 8-707-453-38-27
E-mail: indira_bei@mail.ru

Селионова Марина Ивановна –

доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой разведения, генетики и биотехнологии животных ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева»
г. Москва

Selionova Marina Ivanovna –

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Animal Breeding, Genetics and Biotechnology
FSBEI HE «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev»
Moscow

РИНЦ SPIN-код: 4408-9865
Тел.: 8-968-266-33-03
E-mail: selionova@rgau-msha.ru

Шулинский Роман Сергеевич –
младший научный сотрудник сектора биоинформатики
ГНУ «Институт генетики и цитологии
Национальной академии наук Беларуси»
Республика Беларусь, г. Минск
Тел.: +375-29-190-93-87
E-mail: shulinsky@mail.ru

Ульянова Татьяна Владимировна –
магистр сельскохозяйственных наук, научный
сотрудник лаборатории биотехнологии и диагностики
инфекционных болезней
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический
университет имени Жангир хана»
г. Уральск
РИНЦ SPIN-код: 1944-0910
Тел.: 8-707-347-66-41
E-mail: tatyana.poddudinskaya@gmail.com

RSCI SPIN-code: 4408-9865
Tel.: 8-968-266-33-03
E-mail: selionova@rgau-msha.ru

Shulinsky Roman Sergeevich –
Junior Researcher of the Bioinformatics Sector
SSI «Institute of Genetics and Cytology National Academy
of Sciences Belarus»
Republic Belarus, Minsk
Tel.: +375-29-190-93-87
E-mail: shulinsky@mail.ru

Ulyanova Tatyana Vladimirovna –
Master of Agricultural Sciences, Researcher
at the Laboratory of Biotechnology and Diagnostics
of Infectious Diseases
NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical
University named after Zhangir khan»
Uralsk
RSCI SPIN-code: 1944-0910
Tel.: 8-707-347-66-41
E-mail: tatyana.poddudinskaya@gmail.com

Геномная селекция на современном этапе развития сельскохозяйственной науки является наиболее актуальным, экономически эффективным и значимым, а также инновационным и наиболее надежным способом оценки племенных качеств животных. Она основана на реализации точной взаимосвязи между структурой ДНК животного, фенотипами, а также его внешними и продуктивными показателями [1]. Это особенно важно сейчас, когда основное внимание ученых-селекционеров и зоотехников сосредоточено на поиске методов прижизненной оценки продуктивных качеств животных [2]. С одной стороны, на продуктивность скота влияют факторы внешней среды, а также условия кормления и содержания, с другой стороны, развитие того или иного признака продуктивных способностей сельскохозяйственных животных при любых условиях внешней среды постоянно и вполне напрямую зависит от аллельного состояния специальных локусов в генах. Такие гены называются генами количественных признаков (Quantitative Trait Loci, QTL) [3]. Доказана высокая информативность однонуклеотидных полиморфизмов (SNP) в геноме, т. е. молекулярно-генетических маркеров SNP, ассоциированных с желательным сочетанием хозяйственно ценных признаков [4].

Однако ограничением метода до сих пор является недостаточное понимание принципов работы генома и реальных механизмов проявления признаков.

Целью нашей работы было проведение полногеномного поиска ассоциаций с признаками мясной продуктивности у крупного рогатого скота казахской белоголовой породы с применением однолокусной регрессионной модели для выявления потенциальных QTL (Quantitative trait locus).

Материалом для исследования послужили образцы крови 712 бычков казахской белоголовой породы: ТОО Адлет-Т (n=206), ТОО «Плем-

завод Алабота» (n=315), ТОО «Шалабай» (n=91), 2018 года рождения.

Выборка формировалась случайно. Исследованы признаки: живая масса при рождении (ЖМР), живая масса при отъеме (ЖМО), живая масса в 12 месяцев (ЖМГ) и среднесуточный привес (ЕП). Средние значения для признаков ЖМР, ЖМО, ЖМГ и ЕП составили $29 \pm 0,24$, 208 ± 2 , 321 ± 2 и $0,803 \pm 0,004$ кг.

Выделение ДНК проводили с использованием набора QIAamp DNA Blood Mini Kit (Qiagen, США). ДНК генотипировали в Neogen Agrigenomics, Lincoln, NE, USA, в соответствии с протоколом производителя GeneSeek GGP Bovine 150 K (Neogen Corporation Company, Lincoln, NE, USA). Полученные данные обрабатывали программным обеспечением GenomeStudio Illumina и Plink [6].

В результате предварительного анализа проверку качества прошли 100 740 из 150 000 сайтов. Отсеву подлежали сайты, данные о генотипе которых не воспроизвелись, не были корректно распознаны, определены с ошибками и пр. Последующий анализ качества показал, что в дальнейшую работу могли быть включены 88 855 полиморфных сайтов.

Полногеномный поиск ассоциаций (GWAS) был выполнен с использованием набора инструментов Plink. Проводился расчет линейной регрессионной зависимости и коэффициентов детерминации. Значимость коэффициентов регрессии полиморфных сайтов оценивали с использованием теста Вальда. Потенциально значимыми считали полиморфные сайты, р-значение которых было выше частного от деления уровня значимости ($p = 0,00001$) на количество полиморфных сайтов. Значимыми считали полиморфные сайты, р-значение которых было выше частного от деления уровня значимости ($p = 0,000001$) на количество полиморфных сайтов, р-значение теста Вальда которых было меньше 0,05. Полученные полиморфные сайты были аннотированы идентификаторами rs с использованием баз данных SNPChimpV3,

Ensembl, QTL крупного рогатого скота. Форматирование полученных файлов и визуализация производились с помощью интерпретируемого языка программирования Python [5].

Для определения допустимого для модели уровня значимости SNP полученные значения p ($p < 0,05$) для всех выбранных полиморфных сайтов проверяли с помощью построения графиков квантиль-квантиль (QQ plot). В численном выражении результат определяется с помощью значения коэффициента λ , значения выше 1 говорят о возможности доверия к моде-

ли, использующей p выбранных полиморфных сайтов.

Как видно из рисунка 1, для признаков ЖМР, ЖМО, ЖМГ и ЕП значения $\lambda > 1$ и составляют 1,668, 1,926, 1,092 и 1,846, что свидетельствует о доверительном уровне модели при $p \leq 0,005$. С целью визуализации распределения статистически значимых полиморфизмов и их распределения по хромосомам для каждого анализируемого параметра с помощью программной среды Python строили Манхеттенские графики (Manhattan plot).

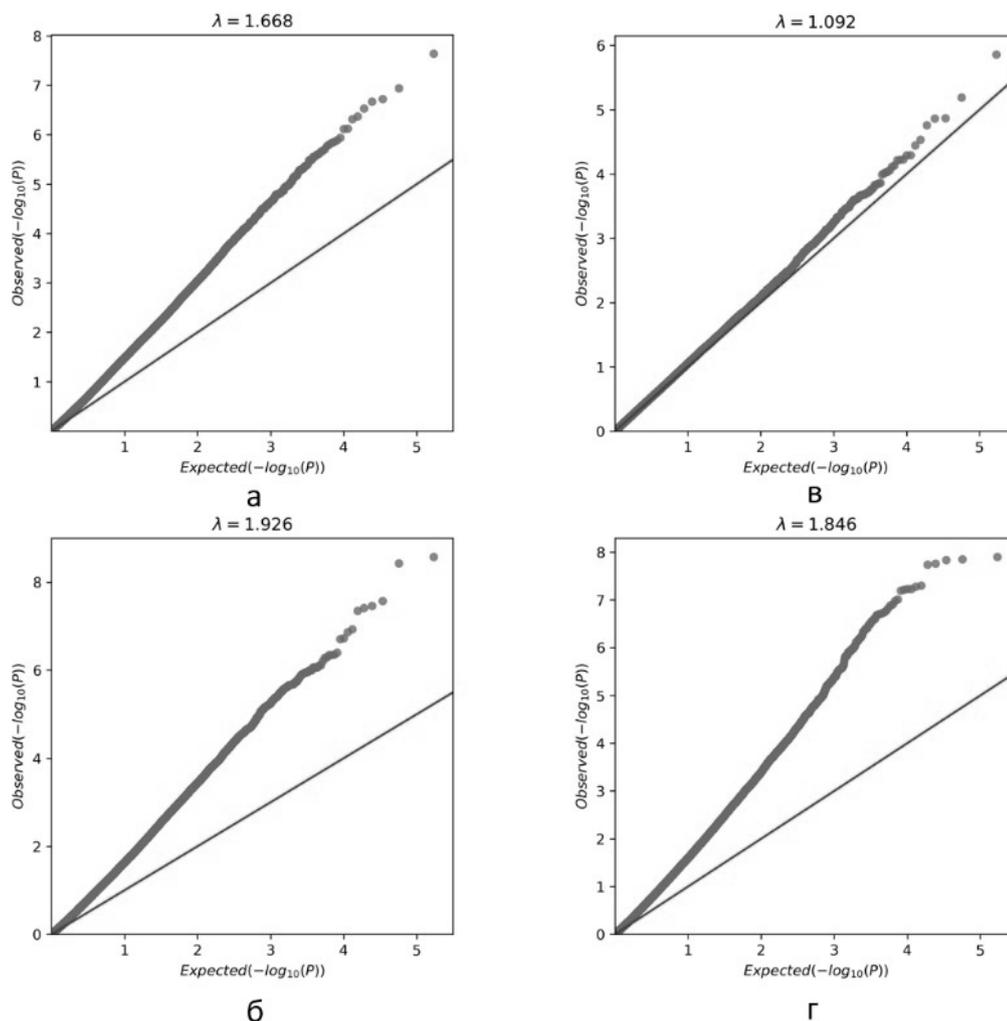


Рисунок 1 – Графики квантиль-квантиль (QQ plot), казахская белоголовая порода: А – ЖМР; Б – ЖМО; В – ЖМГ; Г – ЕП. По оси Y наблюдаемые значения p (преобразованные с помощью обратного десятичного логарифма p)

Как видно рисунка 2, по признаку живой массы при рождении у казахской белоголовой породы обнаружено по одному полиморфизму на хромосомах 9, 15 и 24. На хромосомах 14 и 26 обнаружено по 2 SNP. По признаку живой массы при отъеме у казахской белоголовой породы обнаружено 16 значимых SNP. На хромосоме 2 локализовано 5 SNP, на хромосомах 10, 16, 26, 28 – по 2 SNP и на хромосомах 5, 6 и 18 – по 1. По признаку живой массы в 12 месяцев у казахской белоголовой породы

были обнаружены только SNP с уровнем значимости $p \leq 0,0001$ – по 1 на хромосомах 5 и 17. По среднесуточному привесу у казахской белоголовой породы обнаружено 36 значимых SNP при $p \leq 0,00001$.

Для каждого SNP были также рассчитаны коэффициенты регрессии, позволяющие оценить уровень вклада отдельного SNP в признак и характер его фенотипического эффекта. У казахской белоголовой породы было выявлено 7 SNP, ассоциированных с признаком ЖМР (табл. 1).

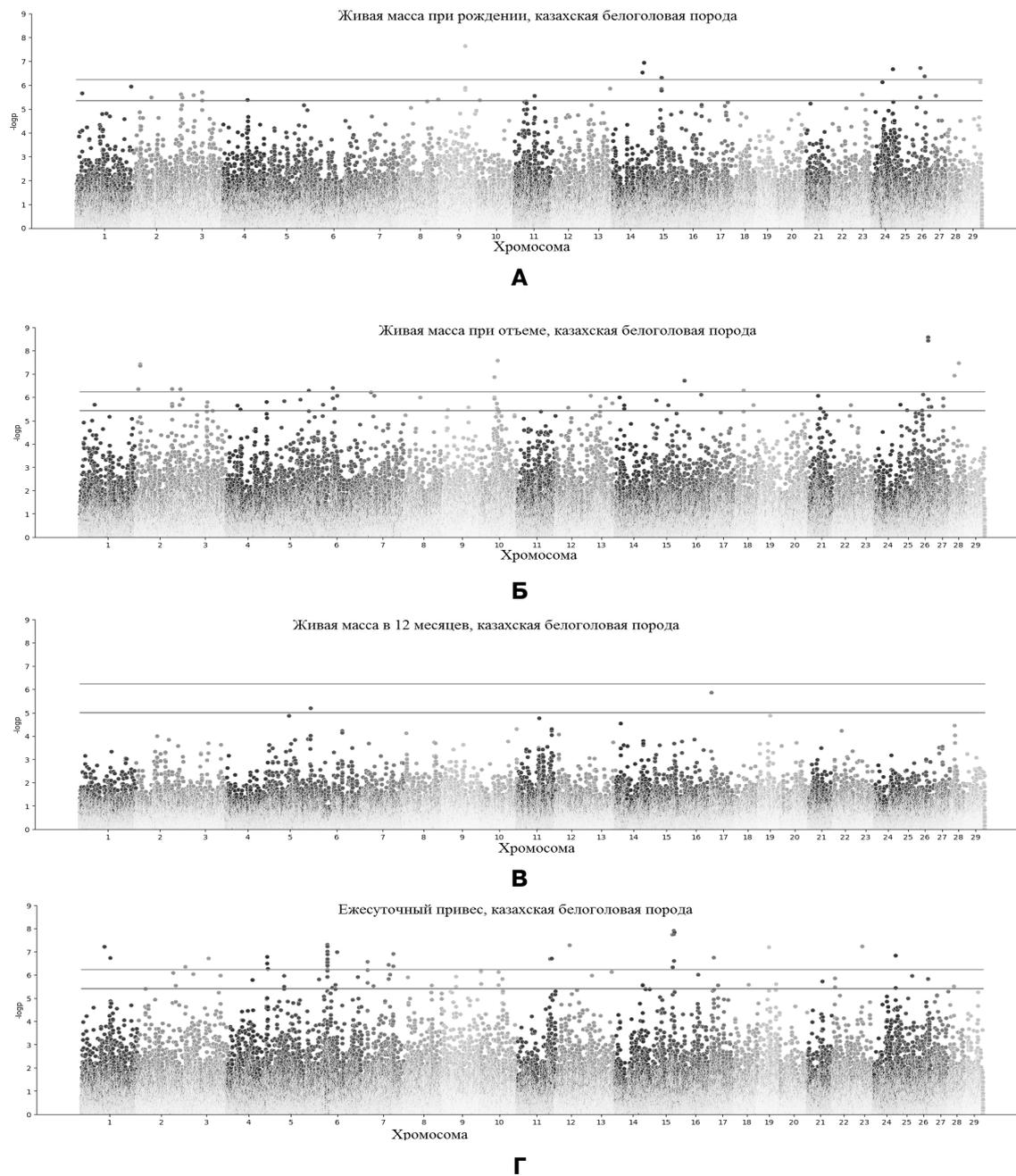


Рисунок 2 – Расположение статистически значимых полиморфных сайтов в 29 аутосомах у казахской белоголовой породы: А – ЖМР; Б – ЖМО; В – ЖМГ; Г – ЕП. Ассоциации (-log Q-значение) всех SNP с использованием однолокусной модели регрессии SNP. Отрицательный логарифм значения q (ось Y) нанесен для каждой хромосомы (Chr) (ось X). Значение 1 по оси Y соответствует уровню значимости $p \leq 0,00001$, значение 2 по оси Y соответствует уровню значимости $p \leq 0,000001$

Таблица 1 – SNP высокой значимости для признака живой массы при рождении у казахской белоголовой породы

№ п/п	SNP, позиция	Ген	β	p	Хромосома	Ссылка
1	rs110121593	-	-1,013	2,298E-08	9	-
2	rs110627550	-	-1,039	1,151E-07	14	-
3	rs109045679	-	0,8616	2,962E-07	14	-
4	rs42297407	-	-1,041	4,881E-07	15	-
5	rs135472008	-	-1,011	2,15E-07	24	-
6	rs110560119	-	-1,58	1,906E-07	26	12
7	rs42098655	<i>VT11A</i>	1,086	4,291E-07	26	13

Из 7 SNP, связанных с живой массой при рождении, только 2 полиморфизма характеризуются небольшим положительным коэффициентом регрессии. Полученные нами данные отчасти согласуются с данными других авторов. Так, rs110560119 зарегистрирован Nayeri et al. в QTL базе данных как QTL, ассоциированный с процентом белка в молоке у канадского голштинского скота [7]. Полиморфизм rs42098655, единственный локализованный в пределах белок кодирующего гена *V711A*, зарегистрирован в QTL базе данных как ассоциированный с содержанием пальмитолеиновой

кислоты в молоке [8]. Данный полиморфизм был идентифицирован G. Gebreyesus et al. с уровнем значимости $p = 2.29E-06$ у китайского, датского и германского голштинского скота с использованием 50K BeadChips. Ген *V711A* (homology domain-containing protein) кодирует белок, ответственный за слияние мембраны везикул и плазматической мембраны с целью высвобождения содержимого везикул во внеклеточную среду.

Характеристики SNP, значимо связанных с живой массой при отъеме у казахской белоголовой породы, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – SNP высокой значимости для признака живой массы при отъеме у казахской белоголовой породы

№ п/п	RS	Ген	β	p	Хромосома	Ссылка
1	rs132836864	<i>INPP1</i>	-6,173	4,522E-07	2	-
2	rs110951928	-	5,66	4,541E-07	2	-
3	rs109707992	-	7,827	3,874E-08	2	-
4	rs136141734	-	8,044	4,506E-08	2	-
5	rs41644179	<i>TCF20</i>	8,138	4,457E-07	2	-
6	rs110505907	<i>ENSBTAG0000000662</i>	9,077	5,221E-07	5	-
7	rs137469616	<i>KCNIP4</i>	-6,53	4,017E-07	6	-
8	rs108952461	<i>RORA</i>	-7,974	2,689E-08	10	-
9	rs29018232	-	-6,666	1,371E-07	10	-
10	rs43028806	-	-9,617	1,887E-07	16	-
11	rs43043247	-	-9,61	1,971E-07	16	-
12	rs133026938	-	-5,718	5,137E-07	18	-
13	rs135609679	<i>ABLIM1</i>	-7,008	2,676E-09	26	-
14	rs109503096	<i>ABLIM1</i>	-6,959	3,754E-09	26	-
15	rs110512293	-	-9,053	1,184E-07	28	-
16	rs41652498	<i>COL13A1</i>	6,392	3,464E-08	28	-

В результате исследования ассоциации с живой массой при отъеме нами обнаружено 16 SNP высокой значимости. Из них 10 характеризуются отрицательным коэффициентом регрессии от -5,718 до -9,617 и 6 SNP характеризуются положительным коэффициентом регрессии от 5,66 до 9,077. Отрицательные и положительные значения β вполне соизмеримы между собой, что может свидетельствовать в пользу примерно одинакового фенотипическо-

го вклада в признак как повышающих, так и понижающих SNP. Поиск данных rs в базе QTL не выявил ни одного из данных полиморфизмов. Следовательно, полученные нами результаты имеют определенную научную новизну.

Основные GWAS характеристики SNP высокой значимости по признаку среднесуточного привеса у казахской белоголовой породы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – SNP высокой значимости для признака среднесуточного привеса у казахской белоголовой породы

№п/п	RS	Ген	β	p	Хромосома	Ссылка
1	rs41640538	-	-0,016	1,873E-07	1	-
2	rs42803877	-	0,0171	6,144E-08	1	-
3	rs109989857	-	-0,019	4,481E-07	3	-
4	rs42255362	-	0,0181	1,948E-07	3	-
5	rs110717472	-	-0,021	5,489E-07	4	-
6	rs134116208	<i>DPP6</i>	-0,02	1,672E-07	4	-
7	rs133630581	<i>DPP6</i>	-0,017	3,243E-07	4	-
8	rs134106481	-	-0,022	1,046E-07	6	21
9	rs110749552	<i>HERC3</i>	0,0166	3,963E-07	6	16

Продолжение

№п/п	RS	Ген	β	p	Хромосома	Ссылка
10	rs110775914	<i>HERC3</i>	0,0166	3,963E-07	6	-
11	rs109478631	<i>HERC3</i>	0,0168	3,202E-07	6	-
12	rs110377022	<i>HERC3</i>	0,0169	2,846E-07	6	15
13	rs133157501	<i>FAM13A</i>	0,0172	2,499E-07	6	20
14	rs110537443	<i>HERC3</i>	0,0173	2,098E-07	6	-
15	rs110212542	<i>HERC3</i>	0,0178	5,955E-08	6	-
16	rs109218410	<i>HERC3</i>	0,018	1,301E-07	6	14
17	rs110865582	<i>HERC3</i>	0,0189	9,803E-08	6	-
18	rs133492448	<i>HERC3</i>	0,0194	5,037E-08	6	-
19	rs43526428	<i>PWWP2A</i>	0,0172	3,671E-07	7	22
20	rs42302949	<i>EDIL3</i>	0,0173	4,232E-07	7	-
21	rs134258946	<i>OR7E200</i>	0,0184	2,732E-07	7	-
22	rs42301758	<i>EDIL3</i>	0,019	1,246E-07	7	-
23	rs110435062	-	0,0175	1,979E-07	11	23
24	rs110622349	-	0,0217	2,051E-07	11	-
25	rs109460597	-	0,0291	5,279E-08	12	-
26	rs109983886	<i>PDHX</i>	-0,021	1,748E-08	15	-
27	rs110148203	-	-0,021	1,262E-08	15	-
28	rs110939642	<i>PDHX</i>	-0,021	1,417E-08	15	-
29	rs41629417	<i>LDLRAD3</i>	-0,019	1,468E-08	15	-
30	rs41634432	<i>SLC1A2</i>	-0,016	2,504E-07	15	-
31	rs42402189	<i>ELP4</i>	-0,016	4,701E-07	15	-
32	rs136617917	<i>DNAJC24</i>	0,0213	1,832E-08	15	-
33	rs42459781	-	-0,019	1,802E-07	17	-
34	rs110340988	<i>MYOCD</i>	-0,019	6,408E-08	19	-
35	rs136531048	<i>ENSBTAG00000037687</i>	0,0186	5,943E-08	23	-
36	rs109464179	<i>ADGRF2</i>	0,0181	1,477E-07	24	-

По среднесуточному привесу из 36 выявленных полиморфизмов 14 характеризуются отрицательным коэффициентом регрессии β в диапазоне от -0,022 до 0,016 и 22 SNP с положительным β в диапазоне от 0,0166 до 0,0291. Большой интерес представляют данные, полученные другими авторами относительно полиморфных вариантов гена *HERC3* (HECT and RLD domain containing E3 ubiquitin protein ligase 3). В нашем исследовании установлена значимая ассоциация для 9 полиморфных вариантов этого гена, для трех из них мы обнаружили подтверждения в базе QTL. Так, нами был идентифицирован однонуклеотидный полиморфизм rs109218410, локализованный в пределах гена *HERC3* и описанный нами как SNP высокой значимости ($p=1,301E-07$) с положительным коэффициентом регрессии ($\beta=0,018$). Этот же полиморфизм описан W. M. Snelling et al. как QTL, ассоциированный с живой массой при рождении у помесей мясного скота ангусской, герфордской, симментальской, лимузинской, шароле, гельбвийской, красной ангусской, пинцгауэрской и красноголовой пород ($p<0,05$) [9].

J. N. Kiser et al. идентифицировали второй полиморфизм – rs110377022, локализованный в пределах гена *HERC3* и описанный нами, как SNP высокой значимости ($p=2,846E-07$) с положительным коэффициентом регрессии ($\beta=0,0169$). Авторами установлена ассоциация

rs110377022 с коэффициентом оплодотворяемости и возрастом первого отела у голштинского скота ($p<1,94E-13$) [10].

D. E. Ilie et al. идентифицировали третий однонуклеотидный полиморфизм rs110749552, локализованный в пределах гена *HERC3* и описанный нами как SNP высокой значимости ($p=3,963E-07$) с положительным коэффициентом регрессии ($\beta=0,0166$). Полиморфизм задепонирован как QTL, который ассоциирован с показателем соматических клеток, массы тела у румынской пятнистой и румынской бурой пород ($p<4,27E-07$) [11].

Ген *HERC3* кодирует белок убиквитин-протеинлигазу. Убиквитинлигазы являются частью системы убиквитинопосредованного распада белка в протеасомах. Известно, что протеасома расщепляет не любые белки, а только те, которые были «помечены» убиквитином. Убиквитинлигазы специфично узнают белки-субстраты и участвуют в их полиубиквитинировании (присоединении цепочек из молекул убиквитина), которое приводит к деградации последних в протеасомах. Убиквитинлигазы осуществляют и другие модификации белков убиквитином, такие как моноубиквитинирование и мультиубиквитинирование, имеющие регуляторное значение. В геноме человека обнаружено более 500 генов убиквитинлигаз. Убиквитинлигазы, со-

держание НЕСТ-домен, характеризуются особым строением С-концевого домена размером примерно 350 аминокислотных остатков [12].

Н. G. Olsen et al. идентифицирован полиморфизм rs133157501, локализованный в пределах гена *FAM13A* и описанный нами как SNP высокой значимости ($p=2,499E-07$) с положительным коэффициентом регрессии ($\beta=0,0172$). Н. G. Olsen et al. идентифицировали его как QTL, ассоциированный с процентным содержанием молочного белка у норвежского красного скота ($p<0,010$) [13]. Ген *FAM13A* кодирует белок с неустановленной природой и функциями.

Полиморфизм rs134106481, локализованный в межгенном пространстве и описанный нами как SNP высокой значимости ($p=1,046E-07$) с отрицательным коэффициентом регрессии ($\beta=-0,022$), идентифицировали В. Vuitenhuis et al. Данный полиморфизм задепонирован авторами как QTL, ассоциированный с содержанием калия в молоке у датской голштинской и датской джерсейской пород ($p=4,90E-02$) [14].

Ж. В. Cole et al. идентифицирован полиморфизм rs43526428, который локализован в пределах гена *PWWP2A* (Reverse transcriptase domain-containing protein) и описан нами как SNP высокой значимости ($p=3,671E-07$) с положительным коэффициентом регрессии ($\beta=0,0172$). Полиморфизм задепонирован авторами как QTL, ассоциированный с легкостью отела, выходом молочного жира и белка, удоем, конформацией конечностей, силой, продолжительностью продуктивного периода, процентным содержанием молочного жира, шириной крестца, строением вымени, мертворождением и др. ($p<0,05$) [15].

С. Dadousis et al. идентифицирован полиморфизм rs110435062, который локализован в межгенном пространстве и описан нами как SNP высокой значимости ($p=1,979E-07$) с положительным коэффициентом регрессии ($\beta=0,0175$). С. Dadousis et al. описали его как QTL, ассоциированный с из-

влечением белка сыра у итальянского коричневого швейцарского скота ($p=1,69E-05$) [16].

В результате полногеномного поиска ассоциаций у казахской белоголовой породы было установлено 7 SNP высокой значимости, ассоциированных с живой массой при рождении, 16 SNP, ассоциированных с живой массой при отъеме, 36 SNP, ассоциированных с среднесуточным привесом. Из 7 полиморфизмов высокой значимости для признака живой массы при рождении 2 характеризуются положительным значением коэффициента регрессии (повышающим фенотипическим эффектом на признак). Для признака живой массы при отъеме из 16 охарактеризованных SNP положительным значением коэффициента регрессии характеризуются 6. По признаку среднесуточного привеса из 36 SNP высокой значимости 22 характеризуются положительным значением коэффициента регрессии. Полученные результаты позволяют рассматривать данный подход как источник дополнительной информации при поиске потенциальных генов кандидатов и генетических маркеров для разработки небольших генетических панелей, позволяющих оценить потенциал мясной продуктивности у молодых животных.

Работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования молодых ученых Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2020–2022 гг. «Породоспецифичное QTL-маркирование мясной продуктивности крупного рогатого скота аулиекольской и казахской белоголовой породы на основе полногеномного SNP-чипирования» ИРН AP08052960, № государственной регистрации 0120PK00043, а также научно-технической программы программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан на 2021–2023 гг. «Разработка технологий эффективного управления селекционным процессом сохранения и совершенствования генетических ресурсов в мясном скотоводстве» ИРН BR10764981, № государственной регистрации 0121PK00759.

Литература

1. Селионова М. И., Айбазов М. М., Мамонтова Т. В. Перспективы использования геномных технологий в селекции овец (аналитический обзор) // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. Ставрополь, 2014. Т. 3, № 7. С. 107–112.
2. Племяшов К. Геномная селекция – будущее животноводства // Животноводство России. 2014. № 5. С. 2–4.
3. Эрнст Л. К., Зиновьева Н. А. Биологические проблемы животноводства в XXI веке // Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста. Москва, 2008. 508 с.
4. Подбор родительских пар Herefordов с учётом антигенного спектра и ДНК маркеров / М. П. Дубовскова [и др.] // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4 (96). С. 46–53.

References

1. Selionova M. I., Aibazov M. M., Mamontova T. V. Prospects for the use of genomic technologies in sheep breeding (analytical review) // Collection of scientific papers of the Stavropol Research Institute of Animal Husbandry and Forage Production. Stavropol. 2014. Vol. 3. № 7. P. 107–112.
2. Plemyashov K. Genomic selection – the future of animal husbandry // Animal husbandry of Russia. 2014. № 5. P. 2–4.
3. Ernst L. K., Zinovieva N. A. Biological problems of animal husbandry in the XXI century // All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry named after academician L. K. Ernst. Moscow, 2008. 508 p.
4. Selection of parent pairs of Hereford's taking into account the antigenic spectrum and DNA markers / M. P. Dubovskova [et al.] // Bulletin of beef cattle breeding. 2016. № 4 (96). P. 46–53.

5. Булгаков А. В. Чипирование крупного рогатого скота // Молодежная наука 2017: технологии и инновации : материалы Всероссийской научно-практической конференции ; ФГБОУ ВО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д. Н. Прянишникова». Пермь, 2017. С. 168–169.
6. PLINK: a tool set for whole-genome association and population-based linkage analyses / S. Purcell, B. Neale, K. Todd-Brown, L. Thomas, M. A. Ferreira [et al.] // *Am. J. Hum. Genet.* 2007. V. 81(3). P. 559–575.
7. Genome-wide association for milk production and female fertility traits in Canadian dairy Holstein cattle / S. Nayeri, M. Sargolzaei, M. K. Abo-Ismael, N. May, S. P. Miller [et al.] // *BMC genetics.* 2016. V. 17(1). P. 75.
8. Combining multi-population datasets for joint genome-wide association and meta-analyses: The case of bovine milk fat composition traits / G. Gebreyesus, A. J. Buitenhuis, N. A. Poulsen, M. H. P. W. Visker, Q. Zhang [et al.] // *Journal of dairy science.* 2020. V. 102(12). P. 11124–11141.
9. Genome-wide association study of growth in crossbred beef cattle / W. M. Snelling, M. F. Allan, J. W. Keele, L. A. Kuehn, T. McDanel [et al.] // *Journal of animal science.* 2010. V. 88(3). P. 837–848.
10. Validation of 46 loci associated with female fertility traits in cattle / J. N. Kiser, E. M. Keuter, C. M. Seabury [et al.] // *BMC genomics.* 2019. V. 20(1). P. 576.
11. Genome-Wide Association Studies for Milk Somatic Cell Score in Romanian Dairy Cattle / D. E. Ilie, A. E. Mizeranschi, C. V. Mihali [et al.] // *Genes.* 2021. V. 12(10). P. 1495.
12. Sun Y. E3 ubiquitin ligases as cancer targets and biomarkers // *Neoplasia.* 2006. V. 8(8). P. 645–654.
13. Fine mapping of a QTL on bovine chromosome 6 using imputed full sequence data suggests a key role for the group-specific component (GC) gene in clinical mastitis and milk production / H. G. Olsen, T. M. Knutsen, A. M. Lewandowska-Sabat [et al.] // *Genetics, Selection, Evolution.* 2016. V. 48(1). P. 79.
14. Estimation of genetic parameters and detection of quantitative trait loci for minerals in Danish Holstein and Danish Jersey milk / B. Buitenhuis, N. A. Poulsen, L. B. Larsen, J. Sehested // *BMC genetics.* 2015. V. 16. P. 52.
15. Genome-wide association analysis of thirty one production, health, reproduction and body conformation traits in contemporary U.S. Holstein cows / J. B. Cole, G. R. Wiggans, L. Ma [et al.] // *BMC Genomics.* 2011. V. 12. P. 408.
16. Genome-wide association study for cheese yield and curd nutrient recovery in dairy cows / C. Dadousis, S. Biffani, C. Cipolat-Gotet [et al.] // *Journal of dairy science.* 2017. V. 100(2). P. 1259–1271.
5. Bulgakov A. V. Chipping of cattle // *Youth science 2017: technologies and innovations : materials of the All-Russian scientific and practical conference ; FSBEI HE «Perm State Agricultural Academy named after Academician D. N. Pryanishnikov».* Perm, 2017. P. 168–169.
6. PLINK: a tool set for whole-genome association and population-based linkage analyses / S. Purcell, B. Neale, K. Todd-Brown, L. Thomas, M. A. Ferreira [et al.] // *Am. J. Hum. Genet.* 2007. V. 81(3). P. 559–575.
7. Genome-wide association for milk production and female fertility traits in Canadian dairy Holstein cattle / S. Nayeri, M. Sargolzaei, M. K. Abo-Ismael, N. May, S. P. Miller [et al.] // *BMC genetics.* 2016. V. 17(1). P. 75.
8. Combining multi-population datasets for joint genome-wide association and meta-analyses: The case of bovine milk fat composition traits / G. Gebreyesus, A. J. Buitenhuis, N. A. Poulsen, M. H. P. W. Visker, Q. Zhang [et al.] // *Journal of dairy science.* 2020. V. 102(12). P. 11124–11141.
9. Genome-wide association study of growth in crossbred beef cattle / W. M. Snelling, M. F. Allan, J. W. Keele, L. A. Kuehn, T. McDanel [et al.] // *Journal of animal science.* 2010. V. 88(3). P. 837–848.
10. Validation of 46 loci associated with female fertility traits in cattle / J. N. Kiser, E. M. Keuter, C. M. Seabury [et al.] // *BMC genomics.* 2019. V. 20(1). P. 576.
11. Genome-Wide Association Studies for Milk Somatic Cell Score in Romanian Dairy Cattle / D. E. Ilie, A. E. Mizeranschi, C. V. Mihali [et al.] // *Genes.* 2021. V. 12(10). P. 1495.
12. Sun Y. E3 ubiquitin ligases as cancer targets and biomarkers // *Neoplasia.* 2006. V. 8(8). P. 645–654.
13. Fine mapping of a QTL on bovine chromosome 6 using imputed full sequence data suggests a key role for the group-specific component (GC) gene in clinical mastitis and milk production / H. G. Olsen, T. M. Knutsen, A. M. Lewandowska-Sabat [et al.] // *Genetics, Selection, Evolution.* 2016. V. 48(1). P. 79.
14. Estimation of genetic parameters and detection of quantitative trait loci for minerals in Danish Holstein and Danish Jersey milk / B. Buitenhuis, N. A. Poulsen, L. B. Larsen, J. Sehested // *BMC genetics.* 2015. V. 16. P. 52.
15. Genome-wide association analysis of thirty one production, health, reproduction and body conformation traits in contemporary U.S. Holstein cows / J. B. Cole, G. R. Wiggans, L. Ma [et al.] // *BMC Genomics.* 2011. V. 12. P. 408.
16. Genome-wide association study for cheese yield and curd nutrient recovery in dairy cows / C. Dadousis, S. Biffani, C. Cipolat-Goet [et al.] // *Journal of dairy science.* 2017. V. 100(2). P. 1259–1271.

**А. Е. Рябова, Н. Р. Рейнбах**

Ryabova A. E., Reinbah N. R.

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ В ПОПУЛЯЦИЯХ КУР БРАМА СВЕТЛАЯ, БРАМА ПАЛЕВАЯ, НОВОПАВЛОВСКАЯ И КИТАЙСКАЯ ШЕЛКОВАЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ROH

ASSESSMENT OF GENETIC DIVERSITY IN THE POPULATIONS OF BRAHMA LIGHT, BRAHMA BUFF, NOVOPAVLOVSK AND SILKIE WHITE ON THE BASIS OF ROH ANALYSIS

Для сохранения генетических ресурсов и поддержания эффективной программы разведения малочисленных популяций птицы важную роль играет анализ гомозиготности генома. Сравнительная оценка гомозиготных районов в геноме является важным источником информации для оценки генетической архитектуры пород кур. Данные для анализа были получены с помощью полногеномного генотипирования на чипах Illumina Chicken 60K SNPiSelect BeadChip («Illumina», США). По распределению гомозиготных районов были исследованы популяции пород брама светлая, брама палева, новопавловская и китайская шелковая. Обнаружено наличие большого количества ROH-районов у новопавловской породы, которое может быть связано с интенсивным отбором. Общие выявленные гомозиготные районы с китайской шелковой связаны с историей воссоздания новопавловской породы. У пород кур брама светлая и брама палева накопление гомозиготных районов, вероятно, обусловлено разведением, которое направлено на сохранение уникальных фенотипических признаков. Проведенные нами исследования показывают, что сравнительный анализ гомозиготных районов у кур различных пород позволяет отслеживать историю происхождения, оценивать степень инбридинга, проводить поиск генов-кандидатов, связанных с хозяйственно полезными признаками, и корректировать методы селекционной работы в программах сохранения пород кур.

Ключевые слова: Gallus gallus, генетическое разнообразие, полногеномное генотипирование, ДНК, SNP, ROH.

Genome homozygosity analysis plays an important role in conserving genetic resources and maintaining an efficient breeding program for small populations birds. A comparative assessment of the distribution of homozygous regions in the genome is an important source of information for assessing the genetic architecture of chicken breeds. Data for analysis were obtained using whole genome genotyping on Illumina Chicken 60K SNPiSelect BeadChip chips (Illumina, USA). According to the distribution of homozygous regions, the populations of breeds of brahma light, brahma buff, novopavlovsk and silkie white breeds were studied. The presence of a large number of ROH regions in the novopavlovsk breed was found, which may be associated with intensive selection. The common identified homozygous areas with the silkie white are associated with the history of the reconstruction of the novopavlovsk breed. In breeds brahma light and brahma buff the accumulation of homozygous regions is probably due to breeding, which is aimed at preserving unique phenotypic traits. Our studies show that a comparative analysis of homozygous regions in chickens of various breeds makes it possible to track the history of origin, assess the degree of inbreeding, search for candidate genes associated with economically useful traits, and adjust breeding methods in programs for the conservation of chicken breeds.

Key words: Gallus gallus, genetic diversity, genome-wide genotyping, DNA, SNP, ROH.

Рябова Анна Евгеньевна –

аспирант, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста»
г. Санкт-Петербург
Тел.: 8-981-762-16-89
E-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

Рейнбах Наталья Романовна –

аспирант, младший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики
Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста»
г. Санкт-Петербург
Тел.: 8-900-626-29-76
E-mail: miss.reynbax@yandex.ru

Ryabova Anna Evgenievna –

postgraduate student, Junior Researcher,
Laboratory of Molecular Genetics
All-Russian Research Institute
of Genetics and Breeding
of Farm Animals – branch of the FSBSI
«Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L. K. Ernst»
Saint-Petersburg
Tel.: 8-981-762-16-89
E-mail: aniuta.riabova2016@yandex.ru

Reinbah Natalia Romanovna –

postgraduate student, Junior Researcher,
Laboratory of Molecular Genetics
All-Russian Research Institute
of Genetics and Breeding
of Farm Animals – branch of the FSBSI
«Federal Research Center for Animal Husbandry
named after Academy Member L. K. Ernst»
Saint-Petersburg
Tel.: 8-900-626-29-76
E-mail: miss.reynbax@yandex.ru

Недавнее появление высокопроизводительных методов генотипирования дает возможность получать точные данные полногеномного анализа генетической структуры и взаимоотношений между популяциями кур [1]. С внедрением современных геномных технологий в программы сохранения малых и исчезающих популяций кур были открыты новые перспективы в генетике домашней птицы [2]. Анализ гомозиготности генома является неотъемлемой частью программ сохранения генетических ресурсов и эффективного разведения малочисленных популяций [3]. Оценка локализации гомозиготных районов в геноме популяции является источником данных для анализа изменчивости и оценки селекционного давления [4, 5]. Знания о распределении гомозиготных районов необходимы для учета изменений в генетической архитектуре исследуемых пород в результате отбора. Идентификация и характеристика ROH-островков могут дополнительно дать представление об истории развития и структуре популяции с течением времени. Также они широко используются для локализации признаков отбора в геноме селекционеро-зависимых животных, включая птиц [6].

Накопление гомозиготных районов в геноме конкретного животного зависит от отбора, дрейфа генов и размера исходной популяции [7]. Для инбредных особей характерно накопление большого количества длинных гомозиготных районов. Короткие гомозиготные районы свидетельствуют о наличии «древнего» или «стихийного» инбридинга [8].

Целью нашего исследования является сравнительный анализ распределения гомозиготных районов на хромосомах кур малочисленных и исчезающих пород из ЦКП «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» [9].

Материалом для исследования является ДНК от 4 пород кур (*Gallus gallus*), которые содержатся в центре коллективного пользования «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных» (ФГБНУ ВНИИГРЖ, г. Санкт-Петербург – Пушкин): брама светлая (n=20), брама палевая (n=20), новопавловская (n=20) и китайская шелковая (n=19).

Куры породы брама светлая и брама палевая относятся к породам декоративного типа. Они имеют индийские корни, но были отселекционированы в США. Это крупные птицы с необычными по сравнению с большинством пород экстерьерными формами и маркерными генами: PP rr dd BdBd HeHe – гороховидного гребня, с сосочками и зубцом; S (Silver) – сцепленного с полом геном серебристости (у брамы светлой); s+ (Silver) – золотистости (у брамы палевой); Co (Columbian) – доминантным геном, ограничива-

ющим местами черный цвет; Pti-1 (Ptilopody) – лохмоногости.

Новопавловская порода кур является старинной русской декоративной породой. В связи с тем что порода практически исчезла еще в 80-х годах прошлого века, во ВНИИГРЖ (Санкт-Петербург, г. Пушкин) была начата работа по восстановлению всего комплекса генов, присутствующих в павловской породе. Новопавловские куры – это небольшие грациозные птицы, имеющие свои особые маркерные гены: pp rr DvDv BdBd hehe – роговидного гребня без наростов; Cr (Crest) – хохла; Mb (Muffs and beard) – бороды и баквы; Pti-1, Pti-2, Pti-3 (Ptilopody) – особой лохмоногости павловских кур; EREr PgPg DbDb MIMl – пятнистой окраски оперения с черной большой круглой «блесткой» на конце каждого пера; Po (Polydactyly) – полидактилии.

Китайская шелковая – декоративная порода кур из Восточной Азии, широко распространенная в Китае. Целью разведения данной породы является выявление и сохранение своеобразных маркерных генов: dw – сцепленным с полом карликовости; h (silkeness) – шелковистости; pp RR DvDv BdBd hehe – розовидного гребня без сосочков и зубца; Cr (Crest) – хохла; Mb (Muffs and beard) – бороды и баквы; Pti-1, Pti-2 (Ptilopody) – особой лохмоногости типа «Лампасы»; c (Colour) – рецессивной белой окраски оперения; W+W+ id+id+ EREr – грифельных ног с белыми подошвами; Po (Polydactyly) – полидактилии.

Взятие крови у кур осуществляли из подкрыльцовой вены в микропробирки объемом 0,5 мл. В качестве антикоагулянта использовали 30 мкл 0,5 М ЭДТА. Выделение геномной ДНК из крови проводили методом фенол-хлороформной экстракции.

Для дальнейшей работы с исследуемыми образцами с помощью спектрофотометра «NanoDrop 2000» (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA) были изучены качественные и количественные характеристики полученной ДНК. Для проведения полногеномного генотипирования пригодными являются образцы ДНК с OD260/280 в пределах 1,6–2,0.

Для проведения полногеномного генотипирования образцов ДНК использовали микрочипы средней плотности Illumina Chicken 60K SNP iSelect BeadChip («Illumina», США), содержащие ~50 тыс. SNP. Полученные полногеномные данные были использованы для оценки генетического разнообразия на основании анализа полиморфизма последовательности ДНК. Качество генотипированных SNP-локусов и поиск гомозиготных районов по отдельным хромосомам осуществляли с помощью программ PLINK 1.9 и библиотеки detectRuns в Rstudio согласно следующим параметрам: размер окна 15 SNP, порог перекрытия окон 0.1, минимальное число SNP в районе 15, минимальная длина гомозиготного района составляла 1 Mb, максимальное число гетерозиготных SNP в окне –1. Для оценки геномной архитектуры пород проводи-

ли анализ количества и средней длины протяженных гомозиготных районов. Для анализа было отобрано 53313 SNP.

Распределение гомозиготных районов по различным хромосомам в породах кур брама светлая, брама палева, новопавловская и китайская шелковая показало, что локусы гомозиготности расположены на 1–15 и 26 хромосомах с частотой встречаемости 60 % и выше.

В таблицах 1–4 представлены протяженность и количество гомозиготных районов у пород кур брама светлая и брама палева, новопавловская и китайская шелковая соответственно. Наивысшие показатели гомозиготности наблюдались на хромосомах 7 и 13 у кур породы брама светлая ($0,2 \pm 0,03$ и $0,4 \pm 0,05$ соответственно) и на хромосомах 12 и 13 у кур породы брама палева ($0,2 \pm 0,05$ и $0,3 \pm 0,04$ соответственно) (табл. 1, 2).

На 1 хромосоме наибольшее количество гомозиготных районов найдено у кур породы новопавловская и брама палева ($7,0 \pm 0,63$ и $7,0 \pm 0,63$ соответственно) (табл. 2, 4). Количество гомозиготных районов у двух других пород на данной хромосоме в 1,2 и 1,5 раза ниже (у брамы светлой – $5,9 \pm 0,87$; у китайской шелковой – $4,8 \pm 0,50$) (табл. 1, 4).

Наибольшее количество гомозиготных районов у кур породы брама светлая обнаружено на хромосомах 1–4, а также на 7-й хромосоме. У кур породы китайская шелковая отмечено скопление ROH-островков на хромосоме 1.

Наименьшее количество ROH отмечено на хромосомах 6, 9, 10, 11, 15 и 26 у кур пород брама светлая и брама палева, на хромосомах 14 и 26 – у кур породы новопавловская и на хромосомах 15 и 26 наименьшее количество гомозиготных районов у кур породы китайская шелковая.

Наличие большого количества ROH-районов у представителей новопавловской породы может быть связано с интенсивным отбором в процессе работы по воссозданию породы. В ходе этой работы широко использовался инбридинг, и популяция при разведении подвергалась высокому селекционному давлению.

У китайской шелковой выявленные гомозиготные районы могут быть связаны с богатой историей разведения породы [10].

У пород кур брама светлая и брама палева накопление гомозиготных районов, вероятно, обусловлено разведением, которое направлено на сохранение уникальных фенотипических признаков [11, 12].

Таблица 1 – Протяженность и количество гомозиготных районов у кур породы брама светлая, $n = 20$

Хромосома	Количество гомозиготных районов	Суммарная протяженность гомозиготных районов (Mb)	Средняя протяженность района (Mb)	ROH (Mb)
1	$5,9 \pm 0,87$	$42121,0 \pm 5067,00$	$6730,0 \pm 542,00$	$0,2 \pm 0,03$
2	$4,7 \pm 0,61$	$39774,0 \pm 5632,00$	$8035,0 \pm 910,00$	$0,3 \pm 0,03$
3	$3,4 \pm 0,42$	$23848,0 \pm 4543,00$	$6076,0 \pm 762,00$	$0,2 \pm 0,04$
4	$2,3 \pm 0,43$	$17664,0 \pm 4998,00$	$4898,0 \pm 897,00$	$0,2 \pm 0,05$
5	$1,9 \pm 0,20$	$11168,0 \pm 1381,00$	$5292,0 \pm 530,00$	$0,2 \pm 0,02$
6	$1,2 \pm 0,22$	$6176,0 \pm 1265,00$	$4051,0 \pm 749,00$	$0,2 \pm 0,03$
7	$1,8 \pm 0,21$	$8299,0 \pm 1273,00$	$4444,0 \pm 716,00$	$0,2 \pm 0,03$
8	$1,5 \pm 0,28$	$7337,0 \pm 1796,00$	$4044,0 \pm 898,00$	$0,2 \pm 0,06$
9	$1,1 \pm 0,23$	$4525,0 \pm 1173,00$	$2732,0 \pm 647,00$	$0,2 \pm 0,05$
10	$0,9 \pm 0,27$	$2828,0 \pm 964,00$	$1450,0 \pm 378,00$	$0,1 \pm 0,04$
11	$1,2 \pm 0,19$	$6829,0 \pm 1434,00$	$4287,0 \pm 848,00$	$0,3 \pm 0,07$
12	$1,6 \pm 0,26$	$4851,0 \pm 838,00$	$2475,0 \pm 393,00$	$0,2 \pm 0,04$
13	$1,2 \pm 0,15$	$6826,0 \pm 898,00$	$5686,0 \pm 785,00$	$0,4 \pm 0,05$
14	$1,1 \pm 0,18$	$3786,0 \pm 806,00$	$2615,0 \pm 544,00$	$0,2 \pm 0,05$
15	$1,2 \pm 0,24$	$2923,0 \pm 676,00$	$1857,0 \pm 407,00$	$0,2 \pm 0,05$
26	$0,5 \pm 0,15$	$921,0 \pm 257,00$	$777,0 \pm 213,00$	$0,2 \pm 0,04$

Таблица 2 – Протяженность и количество гомозиготных районов у кур в породе брама палева, $n = 20$

Хромосома	Количество гомозиготных районов	Суммарная протяженность гомозиготных районов (Mb)	Средняя протяженность района (Mb)	ROH (Mb)
1	$7,0 \pm 0,63$	$39801,0 \pm 4979,00$	$5597,0 \pm 292,00$	$0,2 \pm 0,01$
2	$4,7 \pm 0,56$	$29814,0 \pm 4877,00$	$5869,0 \pm 670,00$	$0,2 \pm 0,03$
3	$3,2 \pm 0,30$	$20098,0 \pm 2992,00$	$6077,0 \pm 746,00$	$0,2 \pm 0,03$
4	$2,7 \pm 0,35$	$14920,0 \pm 2031,00$	$5362,0 \pm 535,00$	$0,2 \pm 0,02$
5	$1,4 \pm 0,28$	$8740,0 \pm 1796,00$	$5247,0 \pm 1266,00$	$0,1 \pm 0,03$
6	$1,0 \pm 0,20$	$4804,0 \pm 1204,00$	$3549,0 \pm 871,00$	$0,1 \pm 0,03$
7	$1,2 \pm 0,26$	$4920,0 \pm 1239,00$	$2467,0 \pm 520,00$	$0,1 \pm 0,03$

Продолжение

Хромосома	Количество гомозиготных районов	Суммарная протяженность гомозиготных районов (Mb)	Средняя протяженность района (Mb)	ROH (Mb)
8	1,7±0,22	5642,0±1098,00	2774,0±320,00	0,2±0,04
9	1,2±0,20	5446,0±1231,00	3960,0±1041,00	0,2±0,05
10	0,7±0,16	2353,0±611,00	1881,0±476,00	0,1±0,02
11	0,8±0,16	3126,0±847,00	2413,0±549,00	0,2±0,04
12	1,1±0,16	4817,0±1062,00	3828,0±994,00	0,2±0,05
13	1,5±0,17	5307,0±822,00	3387,0±491,00	0,3±0,04
14	1,4±0,18	3521,0±481,00	2452,0±461,00	0,2±0,23
15	0,6±0,13	1675,0±639,00	1369,0±402,00	0,1±0,05
26	0,5±0,14	1056,0±300,00	962,0±269,00	0,2±0,05

Таблица 3 – Протяженность и количество гомозиготных районов у кур породы новопавловская, n = 20

Хромосома	Количество гомозиготных районов	Суммарная протяженность гомозиготных районов (Mb)	Средняя протяженность района (Mb)	ROH (Mb)
1	7,0±0,63	39801,0±4979,00	5597,0±292,00	0,2±0,02
2	3,9±0,39	19952,0±1988,00	5206,0±405,00	0,1±0,01
3	3,7±0,33	20618,0±2504,00	5718,0±526,00	0,2±0,02
4	2,7±0,31	12819,0±2075,00	4356,0±399,00	0,1±0,02
5	1,5±0,29	7407,0±1762,00	3671,0±547,00	0,1±0,02
6	0,9±0,20	3461,0±959,00	2137,0±504,00	0,1±0,02
7	2,0±0,35	7799,0±1378,00	4144,0±971,00	0,2±0,03
8	0,7±0,19	1881,0±602,00	1136,0±316,00	0,1±0,02
9	0,6±0,17	1705,0±573,00	1370,0±510,00	0,1±0,02
10	1,6±0,28	3449,0±761,00	1827,0±209,00	0,2±0,04
11	0,6±0,13	2179,0±603,00	2004,0±553,00	0,1±0,03
12	0,7±0,18	1631,0±525,00	1090,0±299,00	0,1±0,03
13	1,2±0,12	4772,0±564,00	3913,0±460,00	0,3±0,03
14	0,7±0,16	2476,0±829,00	1914,0±665,00	0,2±0,05
15	0,8±0,14	2381,0±509,00	2128,0±435,00	0,2±0,04
26	0,3±0,10	298,0±119,00	298,0±119,00	0,1±0,02

Таблица 4 – Протяженность и количество гомозиготных районов у кур породы китайская шелковая, n = 19

Хромосома	Количество гомозиготных районов	Суммарная протяженность гомозиготных районов (Mb)	Средняя протяженность района (Mb)	ROH (Mb)
1	4,8±0,50	34426,0±5336,00	6920,0±944,00	0,2±0,03
2	4,5±0,57	35498,0±7398,00	6400,0±946,00	0,2±0,05
3	3,2±0,40	25674,0±4483,00	8613,0±1873,00	0,2±0,04
4	2,5±0,32	16153,0±2682,00	5484,0±666,00	0,2±0,02
5	1,9±0,34	14235,0±2869,00	5672,0±863,00	0,2±0,04
6	1,6±0,24	6331,0±1079,00	3207,0±479,00	0,2±0,02
7	1,2±0,83	10126,0±1732,00	5242,0±707,00	0,3±0,04
8	1,0±0,18	3629,0±725,00	2918,0±561,00	0,1±0,02
9	1,1±0,22	5438,0±1268,00	3558,0±966,00	0,3±0,05
10	1,7±0,31	5231,0±1109,00	2431,0±411,00	0,3±0,05
11	0,8±0,18	4372,0±1093,00	3400,0±886,00	0,2±0,05
12	1,0±0,16	4636,0±942,00	4136,0±893,00	0,2±0,05
13	0,9±0,20	2455,0±692,00	1724,0±405,00	0,1±0,04
14	0,9±0,16	3578,0±701,00	2988,0±653,00	0,2±0,04
15	0,7±0,18	2635,0±743,00	1920,0±564,00	0,2±0,06
26	0,4±0,14	716,0±241,00	640,0±213,00	0,1±0,04

На рисунке 1 показана встречаемость гомозиготных районов на 7 хромосоме исследуемых пород кур. Видно, что более чем у 50 % особей породы китайская шелковая и новопавловская присутствуют общие ROH-локусы в регионе 5–10 Mb (мегабаз). Вероятно, в процессе воссоздания новопавловской породы отбирались особи с такими же гомозиготными участками, как и у китайских шелковых кур. Об этом свидетельствует наличие у новопавловской породы таких же маркерных генов, как и у китайской шелковой. Для брамы светлой и брамы палевой отмечается сравнительно небольшое количество гомозиготных районов на 7 хромосоме.

На рисунке 2 показана встречаемость гомозиготных районов на 13 хромосоме исследуемых пород кур. Общие гомозиготные районы встречаются у особей породы новопавловская и популяции брамы светлой в районе 11,3–13,2 Mb и 16,1–16,9 Mb. Это может быть обусловлено случайным дрейфом генов в этих породах. Накопление большого числа гомозиготных районов в воссозданной новопавловской породе также можно объяснить селекционным давлением при отборе, который проводился в направлении сохранения мясной продуктивности при увеличении производства яичной продукции.

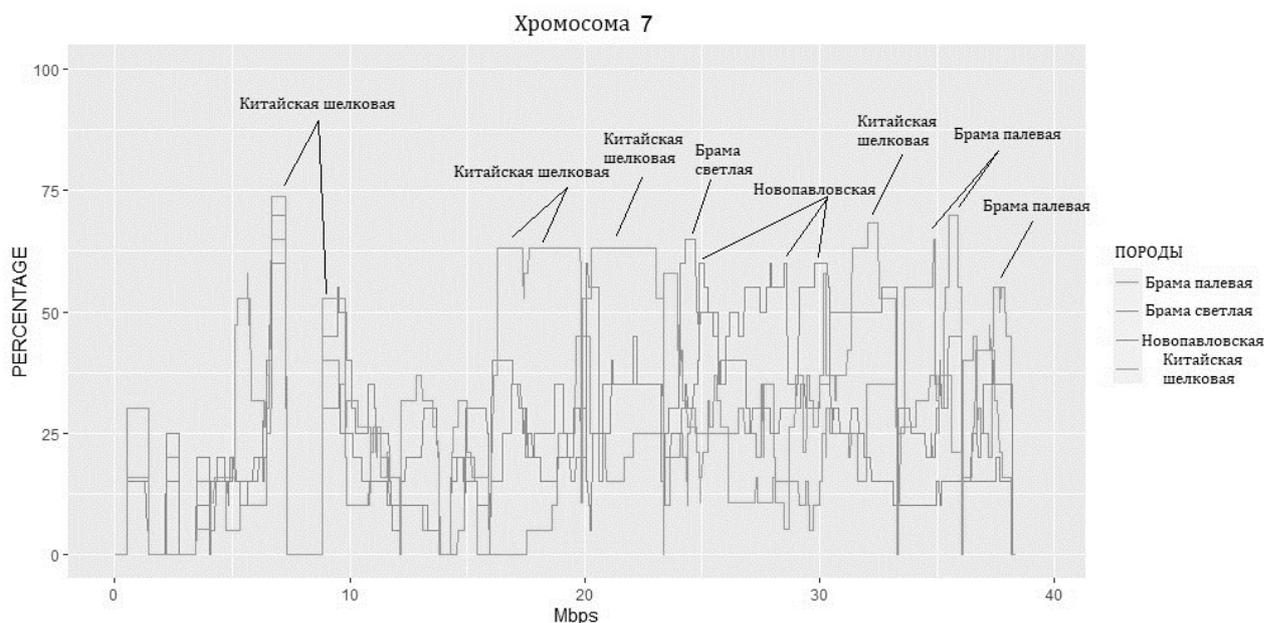


Рисунок 1 – Встречаемость гомозиготных районов на 7 хромосоме в породах кур

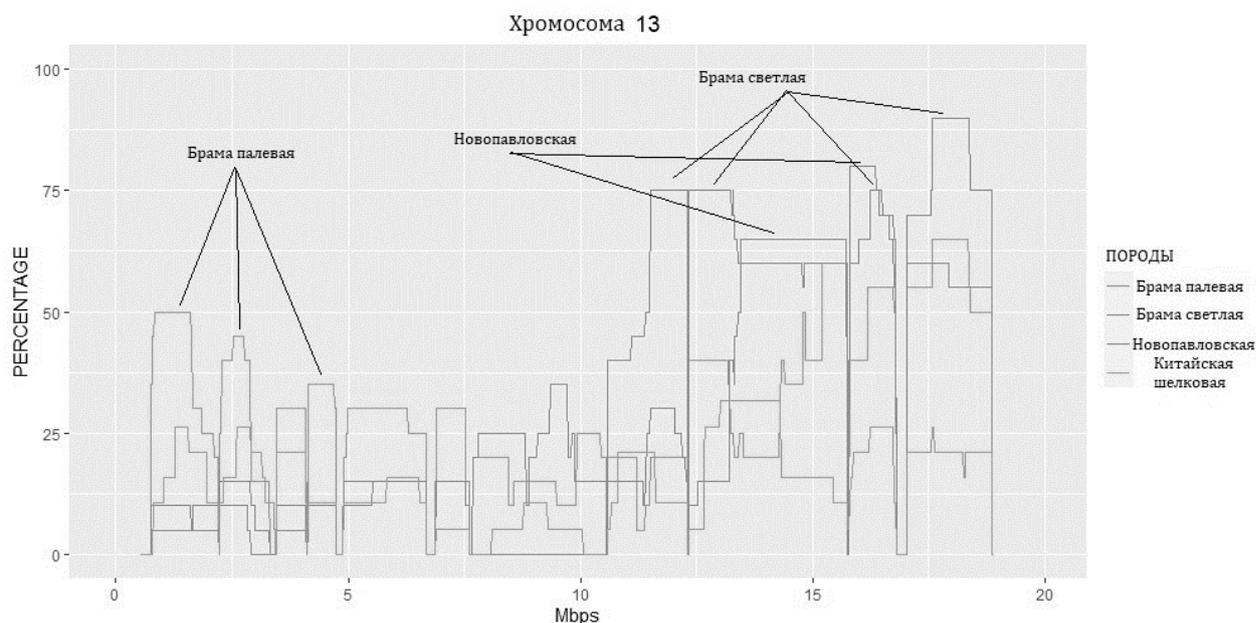


Рисунок 2 – Встречаемость гомозиготных районов на 13 хромосоме в породах кур

Таким образом, наши исследования подтверждают генетическое родство новопавловской и китайской шелковой пород, так как в их геномах обнаружено большое количество одинаковых локусов гомозиготных районов. Породы брама светлая и брама палевая имеют более разнородную генетическую структуру, что отражено в меньшем количестве общих областей обнаруженных гомозиготных районов.

Сравнительный анализ гомозиготных районов у кур различных пород позволяет отслеживать историю происхождения, оценивать отбор, который мог быть связан с фенотипическими признаками, находить «следы селекции», оценивать степень инбридинга, проводить поиск генов-кандидатов, связанных с хозяйственно полезными признаками и корректировать методы селекционной работы.

Литература

1. The SYNBREED chicken diversity panel: A global resource to assess chicken diversity at high genomic resolution / D. K. Malomane, H. Simianer, A. Weigend [et al.] // *BMC Genom.* 2019. № 20. P. 345.
2. Genome-Wide SNP Analysis Reveals the Population Structure and the Conservation Status of 23 Italian Chicken Breeds / F. Cendron, F. Perini, S. Mastrangelo [et al.] // *Animals (Basel)*. 2020. № 10. P. 1441.
3. Genetic Variability in Local and Imported Germplasm Chicken Populations as Revealed by Analyzing Runs of Homozygosity / N. V. Dementieva, A. A. Kudinov, T. A. Larkina [et al.] // *Animals (Basel)*. 2020. № 10. P. 187.
4. Identification of Key Candidate Genes in Runs of Homozygosity of the Genome of Two Chicken Breeds, Associated with Cold Adaptation / E. S. Fedorova, N. V. Dementieva, Y. S. Shcherbakov, O. I. Stanishevskaya // *Biology (Basel)*. 2022. № 11. P. 547.
5. Genome-wide association scan for QTL and their positional candidate genes associated with internal organ traits in chickens / G. Moreira, M. Salvian, C. Boschiero [et al.] // *BMC Genomics*. 2019. № 20. P. 669.
6. Раскрытие сравнительных геномных траекторий отбора и ключевых генов-кандидатов у русских белых кур яичного типа и белых кур мясного типа корниш / А. С. Абдельманова [и др.] // *Биология*. 2021. № 9. С. 876.
7. Kijas J. W. Haplotype-based analysis of selective sweeps in sheep // *Genome*. 2014. № 57. P. 433–437.
8. Genomic inbreeding estimation in small populations: evaluation of runs of homozygosity in three local dairy cattle breeds / S. Mastrangelo, M. Tolone, R. Di Gerlando [et al.] // *Animal*. 2016. № 10. P. 746–754.
9. Центр коллективного пользования: «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур» [Электронный ресурс] // Раздел ЦКП сайта ВНИИГРЖ. URL: <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/> (дата обращения: 17.09.2022)
10. Widespread introgression in Chinese indigenous chicken breeds from commercial broiler / C. Zhang, D. Lin, Y. Wang [et al.] // *Evol. Appl.* 2019. № 12. P. 610–621.

References

1. The SYNBREED chicken diversity panel: A global resource to assess chicken diversity at high genomic resolution / D. K. Malomane, H. Simianer, A. Weigend [et al.] // *BMC Genom.* 2019. № 20. P. 345.
2. Genome-Wide SNP Analysis Reveals the Population Structure and the Conservation Status of 23 Italian Chicken Breeds / F. Cendron, F. Perini, S. Mastrangelo [et al.] // *Animals (Basel)*. 2020. № 10. P. 1441.
3. Genetic Variability in Local and Imported Germplasm Chicken Populations as Revealed by Analyzing Runs of Homozygosity / N. V. Dementieva, A. A. Kudinov, T. A. Larkina [et al.] // *Animals (Basel)*. 2020. № 10. P. 187.
4. Identification of Key Candidate Genes in Runs of Homozygosity of the Genome of Two Chicken Breeds, Associated with Cold Adaptation / E. S. Fedorova, N. V. Dementieva, Y. S. Shcherbakov, O. I. Stanishevskaya // *Biology (Basel)*. 2022. № 11. P. 547.
5. Genome-wide association scan for QTL and their positional candidate genes associated with internal organ traits in chickens / G. Moreira, M. Salvian, C. Boschiero [et al.] // *BMC Genomics*. 2019. № 20. P. 669.
6. Unveiling Comparative Genomic Trajectories of Selection and Key Candidate Genes in Egg-Type Russian White and Meat-Type White Cornish Chickens / A. S. Abdelmanova [et al.] // *Biology*. 2021. № 9. P. 876.
7. Kijas J. W. Haplotype-based analysis of selective sweeps in sheep // *Genome*. 2014. № 57. P. 433–437.
8. Genomic inbreeding estimation in small populations: evaluation of runs of homozygosity in three local dairy cattle breeds / S. Mastrangelo, M. Tolone, R. Di Gerlando [et al.] // *Animal*. 2016. № 10. P. 746–754.
9. Centre of collective usage «Genetic collection of rare and endangered breeds of chickens» [Electronic resource] // Section of the Centre of collective usage of the RRIFAGB website. URL: <https://vniigen.ru/ckp-geneticheskaya-kollekciya-redkix-i-ischezayushhix-porod-kur/> (date of assess: 17.09.2022)
10. Widespread introgression in Chinese indigenous chicken breeds from commercial broiler / C. Zhang, D. Lin, Y. Wang [et al.] // *Evol. Appl.* 2019. № 12. P. 610–621.

11. Терлецкий В. П., Тыщенко В. И., Дементьева Н. В. Особенности распределения гомозиготных районов в геноме кур // Птицеводство. 2020. № 10. С. 31–34.
12. Эволюционное подразделение домашних кур: последствия для местных пород, оцениваемые по фенотипу и генотипу в сравнении с коммерческими и модными породами / Т. А. Ларкина [и др.] // Сельское хозяйство. 2021. № 11. С. 914.
11. Terletsky V. P., Tyshchenko V. I., Dementieva N. V. Features of the distribution of homozygous regions in the chicken genome // Poultry farming. 2020. № 10. P. 31–34.
12. Evolutionary Subdivision of Domestic Chickens: Implications for Local Breeds as Assessed by Phenotype and Genotype in Comparison to Commercial and Fancy Breeds / T. A. Larkina // Agricultural industry. 2021. № 11. P. 914.

УДК 636.082.2:638.24

DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-47-33-38

BHSXLA

Дата поступления статьи в редакцию: 21.10.2022 г.

**В. С. Скрипкин, Е. Г. Евлагина, А. В. Агарков, Е. И. Растоваров,
В. Г. Евлaгин**

Skripkin V. S., Evlagina E. G., Agarkov A. V., Rastovarov E. I., Evlagin V. G.

ОЦЕНКА И ОТБОР ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ

EVALUATION AND SELECTION OF SILKWORMS USING SELECTION INDEXES

В последнее время в программах селекции применяют различные методы индексов, что позволяет проводить более качественный отбор лучших особей и оценку племенной ценности, в том числе и в шелководстве. Целью настоящей работы являлась оценка племенных качеств пород тутового шелкопряда, идентификация наиболее перспективных кладок (семей) с использованием совокупного индекса подчиненных функции (Xu) и индекса множественной оценки (EI), а также анализ применимости данных методов оценки в селекционно-племенной работе с тутовым шелкопрядом. Исследования проводились на районированных в РФ породах тутового шелкопряда Кавказ-1 (К-1), Кавказ-2 (К-2), Белококонная-1 (Б-1), Белококонная-2 (Б-2). Оценку пород тутового шелкопряда проводили по следующим биохозяйственным показателям: жизнеспособность, вес кокона, вес оболочки кокона, шелконосность живых коконов, урожай коконов с 1 г гусениц. При расчете совокупного индекса подчиненной функции получены следующие значения: по породе К-1 – от 0,0 до 4,5; К-2 – от 0,2 до 4,2; Б-1 – от 1,3 до 3,0; Б-2 – от 1,0 до 4,0. Наивысшую оценку имеют: кладка № 3 породы К-1 и кладка № 3 породы К-2. В разрезе исследуемых пород можно выделить следующие кладки: К-1 – № 2 и 3; К-2 – № 2 и 3; Б-1 – № 1 и 3; Б-2 – № 1 и 2, имеющие наибольшее значение индекса Xu. При расчете индекса множественной оценки из исследуемых генотипов выделяются: кладка № 3 породы К-1 и кладка № 3 породы К-2, имеющие значение индекса EI больше 50 по каждому из оцениваемых показателей. По среднему значению EI можно выделить по две кладки в каждой породе: К-1 – кладка № 2 и 3; К-2 – кладка № 2 и 3; Б-1 – кладка № 1 и 3; Б-2 – кладка № 1 и 2. Полученные результаты исследования подтверждают не только сопоставимость описанных в статье методов селекционных индексов, но и их применимость в программах селекции и оценки племенной ценности тутового шелкопряда, при этом индекс множественной оценки может дополнять совокупный индекс подчиненной функции.

Ключевые слова: тутовый шелкопряд, порода, племенная ценность, селекция, отбор, селекционный индекс.

Recently, various index methods have been used in breeding programs, which allows for a better selection of the best individuals and an assessment of breeding value, including in sericulture. The purpose of this work was to assess the breeding qualities of silkworm breeds, identify the most promising laying (families) using the combined subordinate function index (Xu) and the evaluation index (EI), as well as to analyze the applicability of these evaluation methods in breeding work with silkworms. The studies were carried out on the silkworm breeds Kavkaz-1 (K-1), Kavkaz-2 (K-2), Belokokonnaya-1 (B-1), Belokokonnaya-2 (B-2) zoned in the Russian Federation. Silkworm breeds were evaluated according to the following biological indicators: survival, cocoon weight, cocoon shell weight, shell ratio of live cocoons, cocoon yield from 1 g of larvae. At calculating the aggregate subordinate function index, the following values were obtained: for the breed K-1 from 0.0 to 4.5, K-2 from 0.2 to 4.2, B-1 from 1.3 to 3.0, B-2 from 1.0 to 4.0. The highest rating is given to: laying № 3 of the K-1 breed and laying № 3 of the K-2 breed. In the context of the studied rocks, the following laying can be distinguished: K-1 – № 2 and 3; K-2 – № 2 and 3; B-1 – № 1 and 3; B-2 – № 1 and 2, having the highest value of the Xu index. At calculating the evaluation index, the following genotypes are distinguished from the studied: laying № 3 of the K-1 breed and laying № 3 of the K-2 breed, having an EI index value greater than 50 for each of the evaluated indicators. According to the average value of EI, two laying can be distinguished in each breed: K-1 – laying № 2 and 3; K-2 – laying № 2 and 3; B-1 – laying № 1 and 3; B-2 – laying № 1 and 2. The obtained research results confirm not only the comparability of the selection index methods described in the article, but also their applicability in breeding programs and evaluation of the breeding value of the silkworm, while the evaluation index can complement the aggregate subordinate function index.

Key words: silkworm, breed, breeding value, selection, selection index.

Скрипкин Валентин Сергеевич – кандидат ветеринарных наук, профессор кафедры физиологии, хирургии и акушерства ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 6678-3491
Тел.: 8-962-453-50-91
E-mail: skripkinvs@mail.ru

Евлагина Елена Григорьевна – директор научно-исследовательской станции шелководства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» г. Железноводск, пос. Иноземцево
РИНЦ SPIN-код: 4180-3725
Тел.: 8-962-003-06-65
E-mail: kim307@bk.ru

Агарков Александр Викторович – доктор биологических наук, профессор кафедры терапии и фармакологии

Skripkin Valentin Sergeevich – Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department of Physiology, Surgery and Obstetrics FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 6678-3491
Tel.: 8-962-453-50-91
E-mail: skripkinvs@mail.ru

Evlagina Elena Grigorievna – Director of Research Station of Sericulture FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research Center» Zheleznovodsk, vil. Inozemtsevo
RSCI SPIN-code: 4180-3725
Tel.: 8-962-003-06-65
E-mail: kim307@bk.ru

Agarkov Alexander Viktorovich – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Therapy and Pharmacology

ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2445-7271
Тел.: 8-906-441-34-47
E-mail: agarkov_a.v@mail.ru

Растоваров Евгений Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления животных и общей биологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2125-6155
Тел.: 8-918-870-41-24
E-mail: rastovarov@mail.ru

Евлагин Виктор Григорьевич – младший научный сотрудник научно-исследовательской станции шелководства ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
г. Железноводск, пос. Иноземцево
РИНЦ SPIN-код: 3338-9222
Тел.: 8-938-354-23-83
E-mail: evlaginvg@mail.ru

FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 2445-7271
Tel.: 8-906-441-34-47
E-mail: agarkov_a.v@mail.ru

Rastovarov Evgeny Ivanovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Animal Feeding and General Biology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 2125-6155
Tel.: 8-918-870-41-24
E-mail: rastovarov@mail.ru

Evlagin Viktor Grigorievich – Junior Researcher of Research Station of Sericulture
FSBSI «North Caucasus Federal Agricultural Research Center»
Zheleznovodsk, vil. Inozemtsevo
RSCI SPIN-code: 3338-9222
Tel.: 8-938-354-23-83
E-mail: evlaginvg@mail.ru

Селекционно-племенная работа с тутовым шелкопрядом направлена на постепенное улучшение ценных хозяйственных признаков, повышение продуктивности выкормок и рентабельность шелководства. При этом эффективность селекционно-племенной работы зависит от методов оценки племенной ценности и способов отбора лучших генотипов [1–5].

В последнее время, в том числе и в шелководстве, в программах селекции применяют различные методы индексов, что позволяет проводить более качественный отбор лучших особей и оценку племенной ценности.

В странах развитого шелководства для оценки и подбора перспективных пород и гибридов тутового шелкопряда для выращивания в различных климатических условиях используются селекционные индексы [6–11].

В связи с вышеизложенным целью настоящей работы являлась оценка племенных качеств пород тутового шелкопряда, идентификация наиболее перспективных кладок при посемейной выкормке с использованием совокупного индекса подчиненных функции и индекса множественной оценки, а также анализ применимости данных методов оценки в селекционно-племенной работе с тутовым шелкопрядом.

Исследования проведены на районированных в РФ породах тутового шелкопряда Кавказ-1 (К-1), Кавказ-2 (К-2), Белококонная-1 (Б-1), Белококонная-2 (Б-2) на базе Научно-исследовательской станции шелководства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр».

Посемейная выкормка гусениц тутового шелкопряда проведена в соответствии с общепринятыми методами селекционно-племенной работы в шелководстве. Гусеницы младших возрастов (I–III возраст) содержались при

температуре 25–26 °С с относительной влажностью воздуха 75–80 %, гусеницы старших возрастов (IV–V возраст) – при температуре 23–24 °С с относительной влажностью воздуха 65–75 %.

Оценку пород тутового шелкопряда проводили по кладкам (семьям) по следующим биологическим показателям: жизнеспособность (%), вес кокона (г), вес оболочки кокона (г), шелконосность живых коконов (%), урожай коконов с 1 г гусениц (кг). Биометрическую обработку данных проводили путем вычисления ошибки среднего ($\pm m$), стандартного отклонения (δp) и коэффициента вариации (C_v) с использованием пакета программ Microsoft Excel.

Полученные данные были подвергнуты анализу с использованием двух методов оценки, путем расчета совокупного индекса подчиненной функции и индекса множественной оценки, которые ранее не применялись в РФ, но широко используются в странах развитого промышленного шелководства.

Совокупный индекс подчиненной функции (X_u), предложенный J. C. Gower, 1971 [12], вычислялся по формуле

$$X_u = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

где X_i – значение изучаемого показателя оцениваемого генотипа; X_{\min} – минимальное значение показателя всех оцениваемых генотипов; X_{\max} – максимальное значение показателя всех оцениваемых генотипов.

Лучшим является генотип, имеющий наибольшее значение индекса X_u . Наибольшему среднему значению X_u присваивается первый ранг, а последующие ранги присваиваются в порядке убывания.

Индекс множественной оценки (E_i) рассчитывался по методике Y. S. Mano с соавт., 1993 [13], по следующей формуле:

$$EI = \frac{A-B}{C} \times 10 + 50, \quad (2)$$

где А – значение изучаемого показателя для данного генотипа; В – среднее значение показателя всех оцениваемых генотипов; С – стандартное отклонение показателя; 10 – постоянный коэффициент индекса; 50 – константа.

Значение индекса множественной оценки (EI), установленное для выбора генотипа, рав-

но 50 или больше 50. Значения индекса, полученные по каждому изучаемому признаку, объединяют для расчета среднего значения EI. Генотипы, набравшие более высокий ранг по значению индекса, обладают большей племенной ценностью.

Данные по оцениваемым биохозяйственным показателям исследуемых пород тутового шелкопряда представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биохозяйственные показатели пород тутового шелкопряда

№ кладки	Жизнеспособность, %	Вес кокона, г	Вес оболочки кокона, г	Шелконосность живых коконов, %	Урожай коконов с 1 г гусениц, кг
Кавказ-1					
1	94,6	1,92	0,365	19,0	3,978
2	95,2	2,04	0,400	19,6	4,253
3	96,1	2,00	0,410	20,5	4,209
M±m	95,3±0,436	1,99±0,035	0,392±0,014	19,7±0,436	4,147±0,09
δ _p	0,755	0,061	0,024	0,755	0,148
Cv,%	0,79	3,07	6,03	3,83	3,57
Кавказ-2					
1	94,4	1,98	0,379	19,1	4,149
2	95,5	1,96	0,400	20,4	4,155
3	95,0	2,08	0,415	20,0	4,387
M±m	94,9±0,318	2,01±0,037	0,398±0,01	19,8±0,384	4,231±0,08
δ _p	0,551	0,064	0,018	0,667	0,135
Cv,%	0,57	3,2	4,54	3,35	3,19
Белококонная-1					
1	94,6	2,33	0,455	19,5	4,893
2	95,0	2,04	0,415	20,3	4,302
3	95,9	2,12	0,426	20,1	4,513
M±m	95,2±0,384	2,16±0,086	0,432±0,012	19,9±0,24	4,570±0,173
δ _p	0,667	0,150	0,021	0,416	0,229
Cv,%	0,69	6,92	4,78	2,08	6,55
Белококонная-2					
1	94,6	1,99	0,410	20,6	4,255
2	95,1	1,96	0,396	20,2	4,213
3	95,8	1,92	0,375	19,5	4,157
M±m	95,2±0,348	1,96±0,02	0,394±0,01	20,1±0,321	4,208±0,028
δ _p	0,603	0,035	0,018	0,557	0,049
Cv,%	0,63	1,79	4,47	2,78	1,16

В результате анализа полученных данных установлено следующее: жизнеспособность по кладкам пород тутового шелкопряда в среднем варьировалась в пределах от 94,9 до 95,3 %, средний вес кокона варьировался от максимального 2,16 г (Б-1) до минимального 1,96 г (Б-2), средний вес оболочки кокона был максимальным по породе Б-1 – 0,432 г, минимальным – К-1 – 0,392 г, самым высоким показателем шелконосности живых коконов отмечен по породе Б-2 – 20,1 % и самым низким – К-1 – 19,7 %.

Урожай коконов с 1 г гусениц – расчетный показатель, характеризующий продуктивность выкармли в целом. Среднее значение данного показателя по исследуемым породам варьировалось от 4,147 до 4,570 кг, при этом максимальное значение было зарегистрировано у породы Б-1 – 4,570 кг, а минимальное у К-1 – 4,147 кг.

Расчет по методу индекса подчиненной функции представлен в таблице 2.

При расчете совокупного индекса подчиненной функции получены следующие значения: по породе К-1 – от 0,0 до 4,5; К-2 – от 0,2 до 4,2; Б-1 – от 1,3 до

3,0; Б-2 – от 1,0 до 4,0. Наивысшую оценку имеют: кладка № 3 породы К-1 и кладка № 3 породы К-2. В разрезе исследуемых пород можно выделить следующие кладки: К-1 – № 2 и 3; К-2 – № 2 и 3; Б-1 – № 1 и 3; Б-2 – № 1 и 2, имеющие наибольшее зна-

чение индекса X_i . В исследуемой выборке кладки, имеющие значение меньше 2,6, отбраковывались.

Расчет по методу индекса множественной оценки по исследуемым породам представлен в таблице 3.

Таблица 2 – Расчет совокупного индекса подчиненной функции (X_i) по исследуемым показателям

№ кладки	Значение X_i по показателям					X_i (среднее)
	Жизнеспособность	Вес кокона	Вес оболочки кокона	Шелконосность живых коконов	Урожай коконов с 1 г гусениц	
Кавказ-1						
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,4	1,0	0,8	0,4	1,0	3,6
3	1,0	0,7	1,0	1,0	0,8	4,5
Кавказ-2						
1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
2	1,0	0,0	0,6	1,0	0,0	2,6
3	0,5	1,0	1,0	0,6	1,0	4,2
Белококонная-1						
1	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	3,0
2	0,3	0,0	0,0	1,0	0,0	1,3
3	1,0	0,3	0,3	0,7	0,4	2,6
Белококонная-2						
1	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0
2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	2,8
3	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0

Таблица 3 – Расчет индекса множественной оценки (EI)

№ кладки	Значение EI по показателям					EI (среднее)
	Жизнеспособность	Вес кокона	Вес оболочки кокона	Шелконосность живых коконов	Урожай коконов с 1 г гусениц	
Кавказ-1						
1	40,7	39,1	38,9	40,8	38,6	39,6
2	48,7	58,7	53,5	48,7	57,2	53,4
3	60,6	52,2	57,6	60,5	54,2	57,0
Кавказ-2						
1	39,7	45,8	39,4	39,6	44,0	41,7
2	59,7	42,7	51,1	58,6	44,5	51,3
3	50,6	61,5	59,4	51,8	61,6	57,0
Белококонная-1						
1	41,5	61,1	61,0	38,9	60,8	52,7
2	47,5	41,8	41,9	58,5	41,1	46,2
3	61,0	47,1	47,1	52,5	48,1	51,2
Белококонная-2						
1	40,6	59,5	59,1	58,8	59,5	55,5
2	48,9	51,0	51,3	51,6	50,9	50,7
3	60,5	39,5	39,6	39,6	39,6	43,8

По данным таблицы 3, средние значения EI варьируются от максимального 57,0 до минимального значения 39,6. При расчете индекса множественной оценки лучшими являются кладки, имеющие значение индекса более 50; кладки, имеющие значение EI менее 50, отбраковываются. Из исследуемых генотипов выделяются: кладка № 3 породы К-1 и кладка № 3 породы К-2, имеющие значение индекса EI больше 50 по каждому из оцениваемых показате-

телей. По среднему значению EI можно выделить по две кладки в каждой породе: К-1 – кладка № 2 и 3; К-2 – кладка № 2 и 3; Б-1 – кладка № 1 и 3; Б-2 – кладка № 1 и 2.

На основе полученных средних значений селекционных индексов проведено ранжирование исследуемого племенного материала, оцениваемым генотипам присвоены соответствующие ранги (табл. 4).

Таблица 4 – Ранжирование исследуемого племенного материала

№ кладки	Совокупный индекс подчиненной функции (Хи)	Индекс множественной оценки (ЕI)	Ранг
Кавказ-1			
1	0,0	39,6	3
2	3,6	53,4	2
3	4,5	57,0	1
Кавказ-2			
1	0,2	41,7	3
2	2,6	51,3	2
3	4,2	57,0	1
Белококонная-1			
1	3,0	52,7	1
2	1,3	46,2	3
3	2,6	51,2	2
Белококонная-2			
1	4,0	55,5	1
2	2,8	50,7	2
3	1,0	43,8	3

Из таблицы 4 видно, что кладки пород тутового шелкопряда, имеющие наивысшее значение селекционных индексов, занимают первые места среди остальных (ранг 1 и 2). Совокупный индекс подчиненной функции хоть и не имеет четко определенного минимального порога, как у индекса множественной оценки (≥ 50), но тем не менее является эффективным методом оценки и отбора. Ранги, полученные по двум методам оценки, путем расчета совокупного

индекса подчиненной функции и индекса множественной оценки, одинаковые, т. е. результаты сопоставимы.

Полученные результаты исследований подтверждают не только сопоставимость описанных в статье методов селекционных индексов, но и их применимость в программах селекции и оценки племенной ценности тутового шелкопряда, при этом индекс множественной оценки может дополнять совокупный индекс подчиненной функции.

Литература

1. Двигательная активность тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) как фактор синхронизации развития популяции / Е. А. Ларькина, У. Х. Акилов, У. Т. Данияров, Н. К. Абдикаюмова // *Аграрная наука*. 2022. № 1. С. 64–68.
2. Наврузов С. Н., Халилова М. Ф., Умарова У. Влияние, отбора бабочек самок, на продуктивности и плодовитости тутового шелкопряда // *Вестник Прикаспия*. 2014. № 3. С. 25–26.
3. Насириллаев Б. У., Умаров Ш. Р., Халилова М. Ф. Отбор племенного материала по компактности кокона у тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. // *Вестник Прикаспия*. 2016. № 3. С. 48–51.
4. Эмбриональная диапауза как критерий отбора исходного материала на селекционно-племенных выкормках тутового шелкопряда / Т. А. Шаповаленко, Е. Ф. Лейнвебер, В. Г. Евлагин [и др.] // *The Scientific Heritage*. 2021. № 80-2 (80). С. 3–7.
5. Мамедова Т. Р. Изучение методических вопросов адаптивной селекции тутового шелкопряда // *Аграрная наука*. 2015. № 5. С. 26–27.
6. Analysis of the boil-off loss in parental and different crosses of bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. / Veeranna Gowda,

References

1. Motor activity of the silkworm (*Bombyx mori* L.) as a factor of synchronization of population development / E. A. Larkina, U. H. Akilov, U. T. Daniyarov, N. K. Abdikayumova // *Agrarian Science*. 2022. № 1. P. 64–68.
2. Navruzov S. N., Khalilova M. F., Umarova U. Influence of the selection of female butterflies on the productivity and fertility of the silkworm // *Bulletin of the Caspian*. 2014. № 3. P. 25–26.
3. Nasirullaev B. U., Umarov Sh. R., Khalilova M. F. Selection of breeding material by the compactness of the cocoon in the silkworm *Bombyx mori* L. // *Bulletin of the Caspian*. 2016. № 3. P. 48–51.
4. Embryonic diapause as a criterion for the selection of the source material on breeding silkworm breeding / T. A. Shapovalenko, E. F. Leinweber, V. G. Evlagin [et al.] // *The Scientific Heritage*. 2021. № 80-2 (80). P. 3–7.
5. Mamedova T. R. Study of methodological issues of adaptive breeding of the silkworm // *Agrarian Science*. 2015. № 5. P. 26–27.
6. Analysis of the boil-off loss in parental and different crosses of bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. / Veeranna Gowda,

- G. V. Kalpana, K. Ashok Kumar [et al.] // Entomon. 2013. № 38(3). P. 161–176.
7. Evaluation of some silkworm *Bombyx mori* L. genotypes for cocoon associated traits during different seasons / Z. I. Buhroo, M. A. Malik, N. A. Ganai [et al.] // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2016. №3(10). P. 225–231.
 8. Hussain M., S. A. Khan, M. Aslam. Evaluation of genetic potential of inbred pure lines of silkworm for breeding and cocoon production in Pakistan // African Journal of Food Science. 2010. Vol. 4(5). P. 300–302.
 9. Multiple Trait Evaluation of Bivoltine Hybrids of Silkworm (*Bombyx mori* L.) / M. Ramesh Babu, Chandrashekharaiyah, H. Lakshmi, J. Prasad // Int. J. Indust. Entomol. 2002. Vol. 5. № 1. P. 37–43.
 10. Selection of potential multivoltine parental stocks for improving quality cross breed silk production through pre breeding / N. Balachandran, M. Muthulakshmi, S. Nivedita [et al.] // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2015. № 3(5). P. 306–310.
 11. Seshagiri S. V., Raju P. J. Development and Evaluation of Silkworm hybrids (Poly x Bivoltine) of *Bombyx mori* L. for commercial exploitation // International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS). 2016. Vol. 2, № 2. P. 365–380.
 12. Gower J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties // Biometrics. 1971. № 27. P. 857–871.
 13. A new method to select promising silkworm breeds / combinations / Y. S. Mano, Nirmal Kumar, H. K. Basavaraja [et al.] // Indian Silk. 1993. № 31(10). P. 53.
- G. V. Kalpana, K. Ashok Kumar [et al.] // Entomon. 2013. № 38 (3). P. 161–176.
7. Evaluation of some silkworm *Bombyx mori* L. genotypes for cocoon associated traits during different seasons / Z. I. Buhroo, M. A. Malik, N. A. Ganai [et al.] // Int. J. Adv. Res. Biol. Sci. 2016. № 3 (10). P. 225–231.
 8. Hussain M., S. A. Khan, M. Aslam. Evaluation of genetic potential of inbred pure lines of silkworm for breeding and cocoon production in Pakistan // African Journal of Food Science. 2010. Vol. 4 (5). P. 300–302.
 9. Multiple Trait Evaluation of Bivoltine Hybrids of Silkworm (*Bombyx mori* L.) / M. Ramesh Babu, Chandrashekharaiyah, H. Lakshmi, J. Prasad // Int. J. Indust. Entomol. 2002. Vol. 5. № 1. P. 37–43.
 10. Selection of potential multivoltine parental stocks for improving quality cross breed silk production through pre breeding / N. Balachandran, M. Muthulakshmi, S. Nivedita [et al.] // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2015. № 3 (5). P. 306–310.
 11. Seshagiri S. V., Raju P. J. Development and Evaluation of Silkworm hybrids (Poly x Bivoltine) of *Bombyx mori* L. for commercial exploitation // International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS). 2016. Vol. 2, № 2. P. 365–380.
 12. Gower J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties // Biometrics. 1971. № 27. P. 857–871.
 13. A new method to select promising silkworm breeds / combinations / Y. S. Mano, Nirmal Kumar, H. K. Basavaraja [et al.] // Indian Silk. 1993. № 31(10). P. 53.

УДК 636.064.6:636.59
DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-47-39-41BLIAMB
Дата поступления статьи в редакцию: 15.10.2022 г.**К. В. Червякова, Д. Э. Червяков**

Chervyakova K. V., Chervyakov D. E.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТУСА СУТОЧНЫХ ПЕРЕПЕЛЯТ

DETERMINATION OF THE STATUS OF DAILY QUAIL

Очень важной с точки зрения снижения потерь в первые сутки жизни является оценка качества суточного молодняка перепелов, как основа последующей продуктивности. Нынешняя практика оценки суточной птицы перепелят базируется в целом на живой массе, и в данное время идет поиск новых методов оценивания качества суточного молодняка. Целью данного исследования было определение возможности применения 10-балльной шкалы «Оптистарт» на перепелах суточного возраста в связи с их жизнеспособностью и набором массы к 14-дневному возрасту. На основании проведенного лабораторного опыта установлена достоверная связь применения оценки качества цыплят перепелов в суточном возрасте по разработанной шкале с их ростом и развитием, что отражается в связи отношения живой массы суточных перепелят и оценки, присужденной им по используемому способу оценки. Так, установлено, что живая масса суточных перепелят в первой группе больше, чем во второй, на 6,7 % и на 8,3 % – чем в третьей, что свидетельствует о более высоком физиологическом статусе молодняка. Важно то, что проведенное исследование показало возможность применения шкалы «Оптистарт», так как перепелята 1 группы имеют большую массу по сравнению со 2 и 3 группами на 6,32 % и 12,48 % соответственно. Особенно заметен контраст разности массы тела в 1 и 3 группах, т. е. 9,6-балльные и 7,5-балльные птенцы. Сохранность перепелят от суточного возраста до 14 дней по группам составила: 1 группа – 95,56 %; 2 группа – 88,87 %; 3 группа – 82,22 %. Жизнеспособность цыплят 1 группы на 6,69 % выше, чем во 2 группе, и на 13,34 % выше, чем в 3 группе.

Ключевые слова: цыплята, перепела, живая масса, шкала оценки «Оптистарт», жизнеспособность, набор массы.

From the point of view of reducing losses in the first day of life, it is very important to assess the quality of daily young quails, as well as the basis for subsequent productivity, and the current practice of assessing daily quail birds is based on live weight as a whole, and at present, new methods are being sought for assessing the quality of daily young. In this regard, the purpose of this study was to determine the possibility of using the 10-point scale «Optistart» on day-old quails with their viability and weight gain by 14 days of age. On the basis of the laboratory experience, a reliable relationship was established between the use of the assessment of the quality of quail chickens at day old according to the developed scale with their growth and development, which is reflected in the relationship of the ratio of the live weight of daily quails and the assessment awarded to them according to the assessment method used. So it was found that the live weight of daily quails in the first group is 6.7 % more than in the second, and 8.3 % more than in the third, which indicates a higher physiological status of the young. It is important that the rearing of young animals up to 14 days of age showed the relevance of the possibility of using the starting assessment of young animals «Optistart», since quails of the 1st group have a larger mass compared to the 2nd and 3rd groups by 6.32 % and 12.48 %, respectively. The contrast of the difference in body weight in groups 1 and 3 is especially noticeable, i.e. 9.6 points and 7.5 points chicks. The safety of quails from the age of one day to 14 days in groups was: group 1 – 95.56 %; group 2 – 88.87 %; Group 3 – 82.22 %. The viability of chickens in group 1 is 6.69 % higher than in group 2, and 13.34 % higher than in group 3.

Key words: chickens, quails, live weight, «Optistart» rating scale, survival rate, weight gain.

Червякова Ксения Владимировна – аспирант кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7566-7738
Тел.: 8-906-476-10-73
E-mail: k-erko12@mail.ru

Chervyakova Kseniya Vladimirovna – postgraduate student of the Department of Private Zootechnics, Selection and Breeding of Animals FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 7566-7738
Tel.: 8-906-476-10-73
E-mail: k-erko12@mail.ru

Червяков Дмитрий Эдуардович – кандидат ветеринарных наук, старший преподаватель кафедры паразитологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, анатомии и патанатомии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 8019-5090
Тел.: 8-962-444-55-43
E-mail: r6h43@mail.ru

Chervyakov Dmitry Eduardovich – Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer of the Department of Parasitology and Veterinary and Sanitary Expertise, Anatomy and Pathological Anatomy FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 8019-5090
Tel.: 8-962-444-55-43
E-mail: r6h43@mail.ru

Очень важной с точки зрения снижения потерь в первые сутки жизни является оценка качества суточного молодняка перепелов, как база дальнейшей продуктивности. Сегодняшняя практика

оценки суточных перепелят основывается в целом на массе, а еще этиологических и внешних признаках, что не в абсолютной мере характеризует птицу [1].

В настоящее время постоянно идет поиск новых методов оценки качества молодняка птицы в суточном возрасте [2, 3]. Так, наиболее часто применяемым является способ разделения перепелят на «хороших», которые активны, подвижны и не имеют дефектов, и «плохих», птенцы имеющие различные отклонения в виде искривлений пальцев, укорочения клюва, паралича, запрокидывания головы и др. Кроме этого, имеется большинство различных шкал оценки суточного молодняка кур, которые не имеют достаточного количества материалов для объективной оценки качества молодняка перепелов в суточном возрасте, что затрудняет полноценную оценку поголовья [1, 4].

В связи с этим целью нашего лабораторного опыта было определение возможности

применения 10-балльной шкалы «Оптистарт», разработанной профессором Е. Э. Епимаховой [1, 5].

Опыт проводили с марта по апрель 2022 года в виварии кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных биотехнологического факультета ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет».

Отбор перепелов в суточном возрасте породы сплеш (Splash) проводили в виварии кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных и осуществляли путем индивидуального подхода по критериям шкалы «Оптистарт». По каждому показателю проводили оценку состояния суточных перепелов согласно разработанной методике [1] (рис.).



Рисунок – Оценка суточных птенцов по 10-балльной шкале «Оптистарт»

Все выбранное поголовье в суточном возрасте разделили на 3 группы по 45 голов в каждой, формировали по принципу аналогов – по живой массе и сумме баллов оценки по 10-балльной шкале «Оптистарт». Таким обра-

зом, средняя оценка особей составила: группа 1 – 9,4–9,6 балла; 2 группа – 8,4–8,6 балла; 3 группа – 7,4–7,6 балла (табл. 1). В 7- и 14-суточном возрасте производили учет живой массы и количества падежа.

Таблица 1 – Средние значения оценки суточных перепелят по 10-балльной шкале «Оптистарт»

Показатель	Группа		
	№1	№2	№3
Нервно-мышечный тонус шеи	1,9	1,7	1,3
Рефлекс переворота	2,0	1,8	1,6
Состояние пупочного кольца	1,9	1,8	1,6
Состояние клюва	1,9	1,7	1,6
Состояние живота	1,9	1,6	1,4
Общее значение	9,6	8,6	7,5
Живая масса, г	11,03±0,25	10,29±0,37	10,11±0,15
Длина тела, см	12,22±0,27	12,27±0,14	12,15±0,39

Экспериментально установлено (табл. 1), что живая масса суточных перепелят в первой группе больше, чем во второй, на 6,7 % и на 8,3 % – чем в третьей, что свидетельствует о более высоком качестве молодняка.

Как видно из таблицы 2, перепелята породы сплеш (Splash) без или с одним-двумя отклонениями от нормы в 7- и 14-суточном возрасте выделялись вариабельностью живой массой.

Таблица 2 – Показатели живой массы перепелов в 7- и 14-суточном возрасте, г

Группа	Масса в 7 суток	Масса в 14 суток
1	40,1±3,797	97,71±4,108
2	37,18±3,979	91,53±4,233
3	36,15±6,548	85,52±6,554

Выращивание перепелят до 14-дневного возраста показало актуальность возможности при-

менения шкалы «Оптистарт», так как птенцы 1 группы имеют более большую массу по сравнению со 2 и 3 группами на 6,32 % и 12,48 % соответственно. Данные показатели напрямую указывают на то, что перепелята, имеющие 9–10 баллов по применённой шкале, имеют более интенсивный обмен веществ. Исключительно заметен контраст разности массы тела в 1 и 3 группах (9,6-балльные и 7,5-балльные птенцы).

Сохранность перепелят от суточного возраста до 14 дней по группам составила: 1 группа – 95,56 %; 2 группа – 88,87 %; 3 группа – 82,22 %. Жизнеспособность цыплят 1 группы на 6,69 % выше, чем в группе № 2, и на 13,34 % выше, чем в группе № 3.

На основании полученных данных установлена достоверная возможность определения статуса суточных перепелят с применением 10-балльной шкалы «Оптистарт» с их последующей оценкой до 14-суточного возраста.

Литература

1. Епимахова Е. Э., Александрова Т. С. Взаимосвязь роста внутренних органов цыплят-бройлеров со шкалой «Оптистарт» // Вестник АПК Ставрополья. 2014. № 2 (14). С. 139–141.
2. Епимахова Е. Э., Александрова Т. С., Врана А. В. К вопросу оценки суточного молодняка // Инновационные разработки и их освоение в промышленном птицеводстве : сб. трудов по материалам XVII Международ. конф. / ВНАП. Сергиев Посад, 2012. С. 331–335.
3. Качество перепелиных яиц и суточных перепелят породы «Радонежские» / А. А. Зотов, И. М. Гупало, А. М. Долгорукова [и др.] // Птицеводство. 2020. № 7–8. С. 39–43.
4. Кочетова З. И., Белякова Л. С. Перепелководство – выращивание и содержание. Сергиев Посад, 2010. 83 с.
5. Епимахова Е. Э. Научно-практическое обоснование повышения выхода инкубационных яиц и кондиционного молодняка сельскохозяйственной птицы в ранний постнатальный период : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.02.10 / Епимахова Елена Эдугартовна. Ставрополь, 2013. 38 с.

References

1. Epimakhova E. E., Alexandrova T. S. Interrelation of growth of internal organs of broiler chickens with the scale «Optistart» // Agrarian Bulletin of Stavropol Region. 2014. № 2 (14). P. 139–141.
2. Epimakhova E. E., Alexandrova T. S., Vrana A. V. On the issue of evaluation of daily young animals // Innovative developments and their development in industrial poultry farming : collection of works based on the materials of the XVII International Conference / World Scientific Poultry Association. Sergiev Posad, 2012. P. 331–335.
3. Quality of quail eggs and daily quail of the «Radonezh breed» / A. A. Zotov, I. M. Gupalo, A. M. Dolgorukova [et al.] // Poultry breeding. 2020. № 7–8. P. 39–43.
4. Kochetova Z. I., Belyakova L. S. Quail breeding – cultivation and maintenance. Sergiev Posad, 2010. 83 p.
5. Epimakhova E. E. Scientific and practical justification for increasing the yield of incubation eggs and conditioned young poultry in the early postnatal period : abstract of the dissertation of the Doctor of Agricultural Sciences : 06.02.10 / Epimakhova Elena Edugartovna. Stavropol, 2013. 38 p.

**О. В. Мухина, Н. С. Чухлебова, И. А. Донец, А. С. Голубь**

Mukhina O. V., Chukhlebova N. S., Donets I. A., Golub A. S.

ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ СОРТОВ ПЕТУНИИ (PETUNIA PARVIFLORA JUSS.) ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕЕ В ЗЕЛЕНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ASSESSMENT OF DECORATIVENESS OF PETUNIA VARIETIES (PETUNIA PARVIFLORA JUSS.) WHEN USED IN GREEN CONSTRUCTION

Исследования были проведены на базе ландшафтного центра «Новый сад», расположенного по адресу: г. Ставрополь, ул. Просторная, 41. Территория, выбранная для исследования, находится в восточной части г. Ставрополя рядом с 204-м кварталом. Основное направление деятельности ландшафтного центра, где проводились наши исследования, – благоустройство и озеленение населённых пунктов. Также центр занимается семенным и вегетативным размножением древесно-кустарниковых, цветочных и травянистых растений. По агроклиматическим данным и условиям влагообеспеченности Ставрополь находится на границе зон умеренного и неустойчивого увлажнения. Климат Ставропольского края умеренно континентальный. Отличительной чертой климата является прохладная зима и жаркое лето. Весна длительная и мягкая, часто сопровождающаяся холодами и заморозками. В зимний период средняя температура колеблется от -3°C до -10°C в горной местности, а в летний период от $+21^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$ (в горах до $+15^{\circ}\text{C}$). Объектом исследования послужили следующие сорта петунии: Ампельная Шок вейв (Petunia spreading), Грандифлора Лимбо Джи Пи (Petunia grandiflora Limbo GP, Грандифлора Кан кан (Petunia Can can), Грандифлора Дуве (Petunia grandiflora Duvet).

Ключевые слова: петуния, декоративные качества, оценка декоративной ценности, биометрические показатели, посев семян, сорт.

Research was carried out on the basis of the Landscape Center «New Garden», located at the address: Stavropol, Prostornaya st., 41. The territory chosen for the study is located in the eastern part of Stavropol near 204 Quarter. The main area of activity of the landscape center where our research was carried out is the improvement and landscaping of settlements. The center is also engaged in seed and vegetative reproduction of woody-shrub, floral and herbaceous plants. According to agroclimatic data and moisture supply conditions, Stavropol is located on the border of zones of moderate and unstable humidification. The climate of the Stavropol Territory is temperate continental. A distinctive feature of the climate is cool winters and hot summers. Spring is long and mild, often accompanied by cold and frost. In winter, the average temperature ranges from -3°C to -10°C in the mountainous area, and in the summer period from $+21^{\circ}\text{C}$ to $+30^{\circ}\text{C}$ (in the mountains – to $+15^{\circ}\text{C}$). The subject of the study was the following varieties of petunia: Ampelya Shock wave (Petunia spreading), Grandiflora Limbo GP, Grandiflora Can Can, Grandiflora Duve (Petunia grandiflora Duvet).

Key words: petunia, decorative qualities, assessment of decorative value, biometric indicators, seed sowing, variety.

Мухина Ольга Викторовна –

кандидат биологических наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. проф. Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5371-8390
Тел.: 8-905-419-03-21
E-mail: muhina4821@yandex.ru

Чухлебова Нина Стефановна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. проф. Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7091-2000
Тел.: 8(8652)71-67-99
E-mail: nina-stefanovna@yandex.ru

Донец Инна Анатольевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. проф. Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 2286-6046
Тел.: 8(8652)71-67-99
E-mail: donets.inna.stav@mail.ru

Mukhina Olga Viktorovna –

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after prof. F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»

Stavropol
RSCI SPIN-code: 5371-8390
Tel.: 8-905-419-03-21
E-mail: muhina4821@yandex.ru

Chukhlebova Nina Stefanovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after prof. F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»

Stavropol
RSCI SPIN-code: 7091-2000
Tel.: 8(8652)71-67-99
E-mail: nina-stefanovna@yandex.ru

Donets Inna Anatolievna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after prof. F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»

Stavropol
RSCI SPIN-code: 2286-6046
Tel.: 8(8652)71-67-99
E-mail: donets.inna.stav@mail.ru

Голубь Анна Сергеевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства им. проф. Ф. И. Бобрышева ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4595-6552
Тел.: 8(8652)71-67-99
E-mail: annagolub26rus@mail.ru

Golub Anna Sergeyevna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Basic Department of General Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production named after prof. F. I. Bobryshev FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 4595-6552
Tel.: 8(8652)71-67-99
E-mail: annagolub26rus@mail.ru

Петуния зарекомендовала себя одной из распространённых среди цветочных растений, применяемых в цветочном оформлении клумб. Семена петунии составляют около 30 % от всего производства цветочных семян в мире [1].

Особенности петунии характеризуются множеством декоративных признаков [2]. В данный момент петуния (*Petunia parviflora* Juss.) наиболее распространена среди однолетников, и с возникновением сортов петунии гибридной спрос на нее повышается [3].

В ряду красиво цветущих растений в благоустройстве городов предпочтение отдаётся многим сортам петунии. Она прекрасно растёт в разных климатических условиях города. Её агротехника не доставляет сложности [4].

Главная задача ландшафтного дизайнера — создание гармонии, красоты в сочетании с удобствами использования инфраструктуры зданий, сглаживание конфликтности между урбанизационными формами и природой. Нетребовательные сорта петунии подойдут для любого цветочного оформления. Ее применяют в разных цветочных композициях, для создания

каменистых садов, а ампельные сорта хорошо подойдут для разного стиля ландшафтных композиций [5].

Цель исследований – выявление лучших сортов петунии, обеспечивающих повышение выхода цветов и проявление декоративных качеств в условиях города Ставрополя.

В фазе 2–3 настоящих листочков проводили пикировку в кассеты. В период массового цветения растений всех сортов проводили оценку декоративной ценности по следующим признакам: высота растения, длина побегов, диаметр цветка, волнистость края, окраска цветка, количество и характер расположения цветков, компактность куста, прочность побега, облиственность побегов. Оценка декоративных качеств сортов петунии проводили по пятибалльной шкале с использованием переводного коэффициента. Исследования проводились согласно методике государственного испытания сельскохозяйственных культур: Декоративные культуры (1968) [6].

В ходе выполнения исследований была составлена таблица биометрических показателей сортов петунии (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика биометрических показателей сортов петунии, см

Сорт	Высота	Диаметр куста	Размер цветка	Длина побегов
Ампельная Шок вейв (<i>Petunia spreading</i>)	20–27	–	4–5	80–90
Грандифлора Лимбо Джи Пи (<i>Petunia grandiflora Limbo GP</i>)	15–20	25–30	7,5–10	25–30
Грандифлора Кан кан (<i>Petunia Can can</i>)	25–38	25–30	8–9	25–30
Грандифлора Дуве (<i>Petunia grandiflora Duvet</i>)	15–18	18–22	8–10	20

В результате полученных данных за 2019–2020 гг. установлено, что наиболее высоким опытным образцом является сорт Грандифлора Кан кан, средняя высота которого составила 31,5 см.

Самым низким из испытуемых образцов оказался сорт Грандифлора Дуве (*Petunia grandiflora Duvet*). Его средняя высота составляет всего 16,5 см. Для данного сорта это оптимальная высота.

Средняя высота Грандифлора Лимбо Джи Пи (*Petunia grandiflora Limbo GP*) составляет 17,5 см. Опытный образец Ампельная Шок вейв (*Petunia spreading*) имеет среднюю высоту 23,5 см.

В ходе исследований было отмечено, что у сорта петунии Ампельная Шок вейв наблюдались наиболее длинные, сильные побеги, что

обусловлено сортовыми особенностями. Длина побегов в среднем – 85 см.

Кустовые сорта имеют более скромные размеры из-за особенности их сорта. Самые короткие побеги у сорта компактной петунии Грандифлора Дуве. Длина его побегов в среднем составляет 20 см. Самыми длинными побегами из кустовых сортов петунии обладают сорта Грандифлора Лимбо Джи Пи и Грандифлора Кан кан. Длина их побегов достигает в среднем 27,5 см. Благодаря чему данные сорта образуют крупные, массивные кусты.

В ходе исследований было выявлено, что наиболее компактный куст имеет опытный образец Грандифлора Дуве. Его диаметр в среднем составляет 18 см. Данное растение компактное, с хорошим ветвлением. Оно хорошо подходит для посадок в открытом грунте.

Ампельная Шок вейв отличается крупными раскидистыми побегами из-за их морфологических особенностей. Данное растение хорошо подойдет для вертикального озеленения и выращивания в кашпо.

По исследованиям, сорта Грандифлора Лимбо Жи Пи и Грандифлора Кан кан обладают мощными прочными побегами, которые образуют массивный куст. Диаметр этих сортов достигал 25–30 см, они имели крупные по размеру цветки в отличие от других сортов, но независимо от этого куст по размеру был компактным. Данные сорта отлично будут смотреться в композициях в контейнерах и вазонах, подойдут для украшения балконов, оформления бордюров, создания клумбовых композиций. Исходя из наблюдений, все испытываемые сорта имеют весьма прочный побег.

Сорт петунии Ампельная Шок вейв имеет самые маленькие листочки и прочные побеги, которые устойчивы к таким погодным условиям, как дождь и ветер. Центр куста не оголяется.

В ходе исследований наибольший размер цветков наблюдался у сортов Грандифлора Дуве и Грандифлора Лимбо Жи Пи. У данных образцов можно было наблюдать цветки, диаметр которых составлял в среднем 9,5 см. Большие цветки с крепкими лепестками распо-

ложены над листьями и хорошо чувствуют себя при поливе и в дождь.

Сортом, чьи цветки имели наименьший диаметр, оказался образец Ампельная Шок вейв. Его цветки в среднем имели размеры 4,5 см, но при этом весь куст усыпан ими, за счет чего растение не теряет своей декоративности из-за малого количества цветов. Данное растение, за счет своих особенностей, хорошо смотрится и в подвесных, и в напольных кашпо, а также высаживается в открытый грунт.

Сорт Грандифлора Кан кан имеет крупные соцветия с характерным извилистым краем, диаметром 8,5 см. Размеры цветков у испытуемых образцов соответствуют особенностям их сорта.

По проведенным исследованиям, урожайность у сортов различалась незначительно. Все образцы имеют обильное количество цветков, но все же выделился сорт Ампельная Шок вейв. Окраска цветка у всех сортов сохраняла свои первоначальные показатели на протяжении всего периода наблюдений. Не было замечено выгорания, пятен или других негативных показателей.

Для оценки декоративных качеств различных сортов петунии была разработана методика по 100-балльной шкале (табл. 2).

Таблица 2 – Декоративные качества сортов петунии, 2019–2020 гг., количество баллов*

Сорт	Высота растения	Длина побегов	Диаметр цветка	Окраска цветка	Волнистость края	Количество и характер расположения цветков	Компактность куста	Прочность побега	Облиственность побегов	Сумма баллов
Ампельная Шок вейв	12	12	9	8	8	10	4	10	10	83
Грандифлора Лимбо Жи Пи	11	15	12	8	8	8	4	10	10	88
Грандифлора Кан кан	15	15	15	10	10	8	5	10	8	92
Грандифлора Дуве	11	12	15	8	8	8	4	10	8	84

*Количество баллов – баллы × коэффициент значимости признака.

Декоративные особенности для каждого сорта исследовались в соответствии с критериями, взятыми из таблицы 3 (Карточка качеств сортов петунии). Учитывались биологические и морфологические особенности сорта.

Сорт Ампельная Шок вейв имеет среднестатистическую высоту 20 см. Побеги его крепкие и разрастаются до 85 см в длину. Сорт имеет малый размер листа и отличается сильной облиственностью по сравнению с другими сортами. Данный сорт отличается маленькими цветками, но имеет большое количество цветков. По результатам исследований данный сорт набрал 83 балла (табл. 2).

Исследуемый сорт Грандифлора Лимбо Жи Пи во время исследований опыта показывал хорошие результаты. Высота куста составила 17,5 см. Сорт отличался длинными и крепкими побегами из кустовых сортов петунии – 27,5 см. Диаметр данного сорта составляет 25–30 см по сравнению с исследуемыми сортами. Куст является крайне компактным и отличается боль-

шим размером цветков. Диаметр цветка составляет 9,5 см. По результатам исследований данный сорт набрал 88 баллов.

Сорт Грандифлора Кан кан наиболее высокий из всех исследуемых сортов. Высота данного сорта 31,5 см. В ходе эксперимента было выявлено, что он отличился от исследуемых сортов особенной устойчивостью к экстремальным условиям. Также он отличается большим размером цветков с извилистыми краями. По результатам исследований данный сорт набрал 92 балла.

В ходе исследований было выявлено, что образец Грандифлора Дуве имеет суперкомпактный куст. Диаметр его составляет 18 см. Данный сорт имеет самые короткие стебли. Их величина составляет 20 см, в результате это и позволило быть ему самым низким из исследуемых сортов. Высота побегов равна 16,5 см. Но при этом его короткие побеги, так же как и остальные, являются весьма прочными. Данный сорт набрал 84 балла.

Таблица 3 – Карточка сравнительной оценки декоративных качеств сортов петунии, 2020–2021 гг.

Признак	Ампельная Шок вейв		Грандифлора Лимбо Джи Пи		Грандифлора Кан кан		Грандифлора Дуве	
	Оценка по 5-балльной шкале	Коэффициент значимости признака*	Оценка по 5-балльной шкале	Коэффициент значимости признака*	Оценка по 5-балльной шкале	Коэффициент значимости признака*	Оценка по 5-балльной шкале	Коэффициент значимости признака*
Высота растения	4	3	4	3	5	3	3	3
Длина побегов	4	3	5	3	5	3	4	3
Диаметр цветка	3	3	4	3	5	3	5	3
Окраска цветка	4	2	4	2	5	2	4	2
Волнистость края	4	2	4	2	5	2	4	2
Количество и характер расположения цветков	5	2	4	2	4	2	4	2
Компактность куста	4	1	4	1	4	1	5	1
Прочность побега	5	2	5	2	5	2	5	2
Облиственность побегов	5	2	5	2	4	2	4	2

*Коэффициент значимости признака показывает, насколько важен тот или иной признак при оценке декоративности.

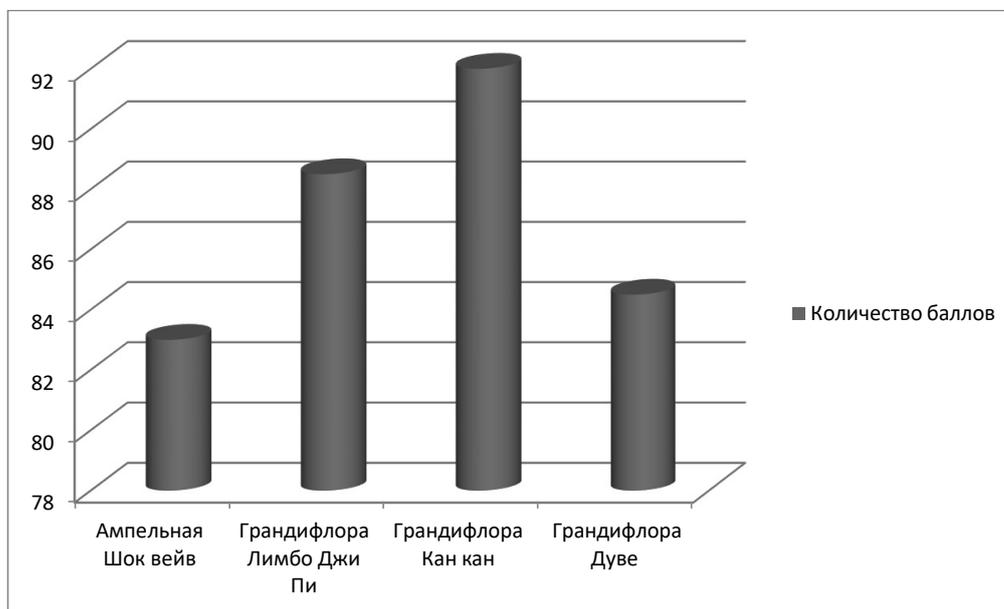


Рисунок – Декоративные ценности сортов петунии

По декоративным особенностям установлено, что декоративная ценность сортов петунии варьировала в пределах от 92,0 до 82,0 баллов (рис.). Наибольший балл получен у сорта Грандифлора Кан кан, наименьший балл выявлен у сорта Ампельная Шок вейв.

В период опытов оценка декоративной ценности сортов петунии показала, что все изу-

чаемые сорта, описанные в исследовании, охарактеризовали себя отлично, несмотря на экстремальные условия. По результатам исследований, данные сорта подходят для благоустройства, территорий города. Можно отметить два сорта, которые получили наибольшее количество баллов – это сорт *Petunia grandiflora Limbo GP*, *Petunia Can can*.

Литература

1. Агафонов Н. В., Мамонов Е. В., Иванова И. В. Декоративное садоводство. М. : Колос, 2003. 320 с.
2. Баранова Е. Г., Саломатин В. А. Биологическое разнообразие и перспективы декоративного использования ресурсов петунии гибридной (PETUNIA HYBRIDA) коллекции ВНИИТТИ // Вопросы. Гипотезы. Ответы: наука XXI века. Краснодар : Издательство: ИП Акелян Нарине Самадовна, 2015. С. 299–316.
3. Былое В. Н. Основы сравнительной сортооценки декоративных растений // Интродукция и селекция цветочно-декоративных растений. М., 1978. С. 7–32.
4. Габибова Е. Н., Мамилев Б. Б. Разнообразие и использование в озеленении петунии садовой, или петунии гибридной // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2014. № 2. С. 53–60.
5. Оценка декоративной ценности некоторых сортов петунии гибридной (Petunia X Hybrida) / О. В. Мухина, Ю. А. Безгина, О. Г. Шабалдас, А. Д. Абакина // Теоретические и технологические основы биогеохимических потоков веществ в агроландшафтах : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., приуроченной к 65-летию кафедры агрохимии и физиологии растений Ставропольского ГАУ. Ставрополь, 2018. С. 486–489.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6 : Декоративные культуры. Москва : Колос, 1968. 224 с.

References

1. Agafonov N. V., Mamonov E. V., Ivanova I. V. Decorative gardening. M. : Kolos, 2003. 320 p.
2. Baranova E. G., Salomatina V. A. Biological diversity and prospects for the decorative use of petunia resources of the hybrid (PETUNIA HYBRIDA) collection All-Russian Scientific Research Institute of Tobacco, Shag and Tobacco Products // Questions. Hypotheses. Answers: the science of the XXI century. Krasnodar : Publishing House: IP Akeylan Narine Samadovna, 2015. P. 299–316.
3. Byloe V. N. Basics of comparative variety assessment of ornamental plants // Introduction and selection of flower-ornamental plants. M., 1978. P. 7–32.
4. Gabibova E. N., Mamilov B. B. Variety and use in landscaping garden petunia, or hybrid petunia // Bulletin of the Don State Agrarian University. 2014. № 2. P. 53–60.
5. Assessment of the decorative value of some varieties of petunium is hybrid (Petunia X Hybrida) / O. V. Mukhina, J. A. Bezgina, O. G. Shabaldas, A. D. Abakina // Theoretical and technological foundations of biogeochemical flows of substances in agricultural landscapes : a collection of scientific works based on the materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 65th anniversary of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology of the Stavropol SAU. 2018. P. 486–489.
6. Procedure for State Variety Testing of Crops. Issue 6 : Decorative Crops. Moscow : Kolos, 1968. 224 p.

УДК 633.174.1:632.51(470.65)
DOI: 10.31279/2222-9345-2022-11-47-47-50BUFSFI
Дата поступления статьи в редакцию: 12.09.2022 г.**З. П. Оказова, В. А. Икоева**

Okazova Z. P., Ikoeva V. A.

ВРЕДНОСТЬ СОРНЯКОВ В ПОСЕВАХ САХАРНОГО СОРГО В РЕСПУБЛИКЕ СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ–АЛАНИЯ

HARMFULNESS OF WEEDS IN SUGAR SORGHUM CROPS IN THE REPUBLIC OF NORTH OSSETIA–ALANIA

Одной из главнейших проблем в производстве продукции растениеводства является сорнополевой компонент посевов и его негативное воздействие на полевые культуры. Это, прежде всего, сокращение площади питания культурных растений, четко выраженная конкуренция за факторы жизни, а именно элементы питания, влагу, солнечный свет. Культурные и сорные растения по-разному потребляют элементы питания и влагу. Например, куриное просо потребляет почти в полтора раза больше влаги, чем сахарное сорго. Это дает на фоне сильной засоренности посева снижение влажности зоны максимального распространения корней на 3–7 % и как следствие – снижение продуктивности посевов. Цель исследования – определение флористического состава сорняков и критических периодов их вредности. В результате антропогенного воздействия в республике меняется флористический состав сорной растительности, появляются новые виды, среди которых и карантинные сорные растения: ваточник сирийский, амброзия трехраздельная. Превалирует сложный тип засоренности, когда большая часть сорнополевого компонента – однолетние сорные растения (*Echinochloa crusgalli* (L.), *Ambrosia artemisiifolia* (L.), *Galinsoga parviflora* (Cav.)). Критический период вредности сорняков в посевах сахарного сорго – 26–30 дней с момента появления всходов.

Ключевые слова: сорго сахарное, сорные растения, флористический состав, критический период вредности, потери урожая, карантинный сорняк.

One of the main problems in crop production is the weed component of crops and its negative impact on field crops. This is, first of all, a reduction in the area of nutrition of cultivated plants, a clearly expressed competition for life factors, namely, nutrients, moisture, and sunlight. Cultivated and weed plants consume nutrients and moisture differently. For example, chicken millet consumes almost one and a half times more moisture than sugar sorghum. Against the background of strong weed infestation, this gives a decrease in the humidity of the zone of maximum spread of roots by 3–7 % and, as a result, a decrease in crop productivity. The purpose of the study is to determine the floristic composition of weeds and the critical periods of their harmfulness. As a result of anthropogenic impact in the republic, the floristic composition of weeds is changing, new species are appearing, including quarantine weeds: Syrian weed grass, tripartite ragweed. A complex type of weediness prevails, when most of the weed field component is annual weeds (*Echinochloa crusgalli* (L.), *Ambrosia artemisiifolia* (L.), *Galinsoga parviflora* (Cav.)). The critical period of weed damage in the sowing of sugar sorghum is 26–30 days from the moment of germination.

Key words: sugar sorghum, weeds, floral composition, critical period of harmfulness, crop loss, quarantine weed.

Оказова Зарина Петровна –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет»
г. Грозный
РИНЦ SPIN-код: 3802-8153
Тел.: 8-918-707-74-48
E-mail: okazarina@mail.ru

Okazova Zarina Petrovna –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Ecology and Life Safety
FSBSI HE «Chechen State Pedagogical University»
Grozny
RSCI SPIN-code: 3802-8153
Tel.: 8-918-707-74-48
E-mail: okazarina@mail.ru

Икоева Виктория Ахсарбековна –

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия ФГБУН ФНЦ «Владикавказский научный центр Российской академии наук»
г. Владикавказ
Тел.: 8-918-020-23-20
E-mail: ikoeva@mail.ru

Ikoeva Victoria Akhsarbekovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Department of Agriculture
FSBIS FSC «Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»
Vladikavkaz
Tel.: 8-918-020-23-20
E-mail: ikoeva@mail.ru

Одной из главнейших проблем в производстве продукции растениеводства является сорнополевой компонент посевов и его негативное воздействие на полевые культуры. Это, прежде всего, сокращение площади питания культурных растений, четко выраженная конкуренция за факторы жизни, а именно элементы питания, влагу, солнечный свет. Изменив-

шиеся условия произрастания культурных растений находят свое отражение в снижении их продуктивности [1, 2].

Культурные и сорные растения отличаются различным потреблением влаги и элементов питания в процессе развития. Так, куриное просо в начале своего развития потребляет в 1,3 раза больше влаги в сравнении с сахарным сорго, этим объясняется снижение влажности зоны максимального

го распространения корней в среднем на 3–7 % на фоне максимальной засоренности посевов [3, 4].

Цель исследования – определение флористического состава сорняков и критических периодов их вредности.

В республике флористический состав сорной растительности за последние годы изменился: появились новые виды сорных растений, ранее не произраставшие в посевах. Установлено, что большинство полей характеризует сложный тип засоренности – около 60 % однолетние сорняки; 40 % – многолетние (рис. 1).

Корневую систему основной массы сорных растений характеризует высокая скорость распространения и проникновения в нижележащие почвенные горизонты. Уточнение флористического состава сорной растительности для разработки эффективных мер борьбы стало одной из

основных задач современного земледелия. Низкая конкурентоспособность изучаемой культуры подтверждает актуальность выбранной темы [5].

В ходе обследования посевов сахарного сорго обнаружено порядка 35 видов сорняков.

Особенностью посевной кампании последних лет можно считать пониженную температуру пахотного слоя почвы (+6...+9 °С), что объясняет снижение количества всходов сорных растений. Интенсивное появление всходов сорных растений совпадало с началом вегетации культуры, в результате чего произошло значительное угнетение растений сахарного сорго: замедлился рост, снизилось содержание пигментов в листьях, сократилось общее количество початков.

Результаты исследования вредности сорных растений в посевах сорго сахарного сорта Силосное 88 st приведены в таблице 1.

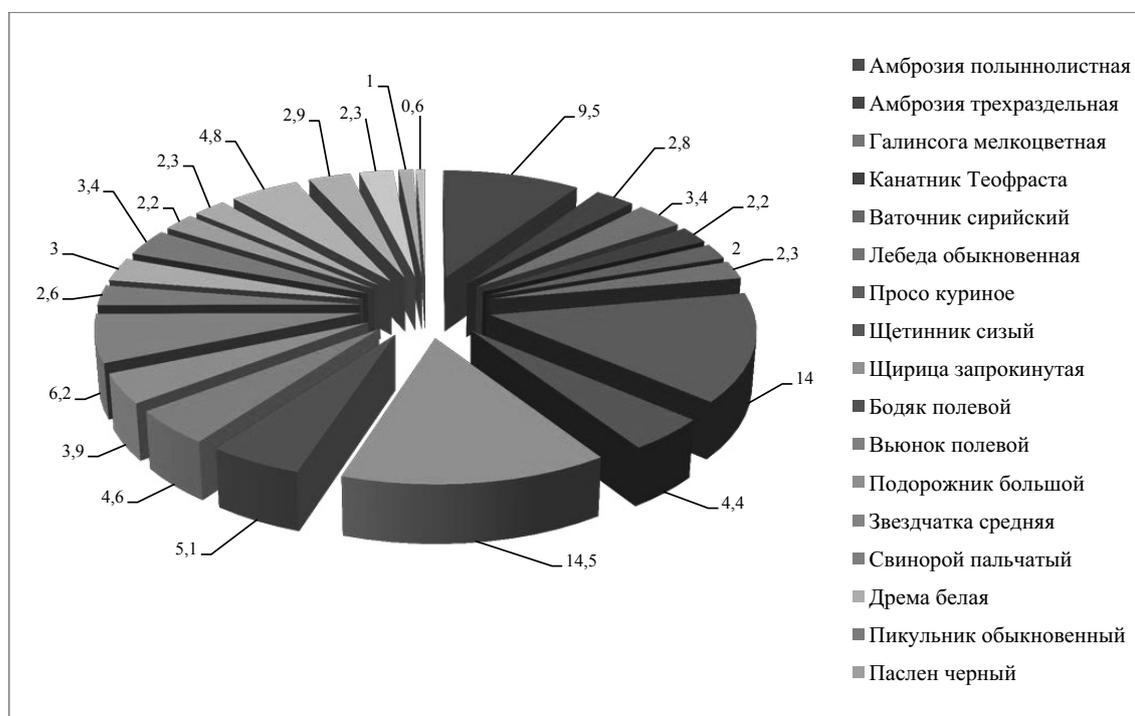


Рисунок 1 – Сорнополевой компонент агроценоза сахарного сорго (2013–2021 гг.)

Таблица 1 – Зависимость урожайности сахарного сорго (сорт Силосное 88 st) от сроков и продолжительности приемов ухода за посевом, т/га/% (2013–2021 гг.)

Вариант	Урожайность	Потери урожая
10 дней после появления всходов отсутствует сорнополевой компонент	32,4/62,4	19,6/37,6
20 дней -//-	36,6/70,4	15,4/29,66
30 дней -//-	42,3/81,4	9,7/18,6
40 дней -//-	45,3/87,2	6,7/12,8
50 дней -//-	48,8/94,0	3,2/6,0
Посев чистый	52,0/100,0	-/-
10 дней после появления всходов посев засорен	51,4/98,8	0,6/1,2
20 дней -//-	45,0/86,5	7,0/13,5
30 дней -//-	39,7/76,5	12,3/23,5
40 дней -//-	38,2/73,5	13,8/26,5
50 дней -//-	35,0/67,4	17,0/32,6
Посев засоренный	30,8/59,4	21,2/40,6

При определении критических периодов вредоносности сорняков основным комплексным показателем, отражающим эффективность приемов возделывания сорго, является урожайность. Анализируя урожайные данные сахарного сорго сорта Силосное 88 st, установили, что на посевах чистом от сорнополевого компонента она была 52,0 т/га. При этом на контроле – 30,8 т/га. На чистых в течение 20–50 дней вариантах урожайность сорго сахарного – 32,4–48,8 т/га. Во 2 блоке с вариантами,

засоренными в первые 10–50 дней и до конца вегетации, – 51,4–30,8 т/га.

Таким образом, потери урожая в 1 блоке 19,6–3,2 т/га (37,6–6,0 %) – чем длительней совместное произрастание культурного и сорнополевого компонентов, тем больше снижалась урожайность. Потери урожая – 0,6–21,2 т/га (1,2–40,6 %).

Критический период вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе сахарного сорго сорт Силосное 88 st – 26 дней с момента появления всходов.

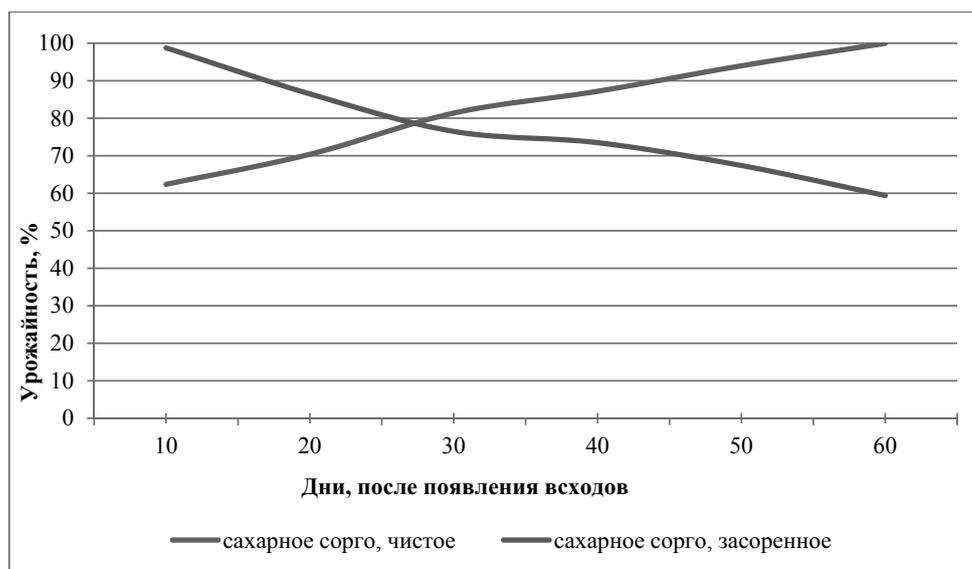


Рисунок 2 – Критический период вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе сахарного сорго (сорт Силосное 88 st (2013–2021 гг.))

Таблица 2 – Зависимость урожайности сахарного сорго (линия Ларец) от сроков и продолжительности приемов ухода за посевами, т/га/% (2013–2021 гг.)

Вариант	Урожайность	Потери урожая
10 дней после появления всходов отсутствует сорнополевой компонент	28,0/65,0	15,3/35,0
20 дней -//-	32,6/75,5	10,3/24,5
30 дней -//-	36,5/84,5	6,2/15,5
40 дней -//-	38,6/89,4	3,8/10,6
50 дней -//-	40,2/93,1	2,1/6,9
Посев чистый	43,2/100,0	-/-
10 дней после появления всходов посев засорен	42,7/98,9	0,5/1,1
20 дней -//-	39,9/92,4	3,3/7,6
30 дней -//-	36,8/85,3	6,4/14,7
40 дней -//-	34,7/80,5	8,5/19,5
50 дней -//-	28,1/65,2	15,1/34,8
Посев засоренный	24,5/56,8	18,7/43,2

На контроле в 1 блоке урожайность составила 43,2 т/га. На контроле во 2 блоке потери урожая 18,7 ц/га, или 43,2 %.

В 1 блоке потери урожая 15,3–2,1 т/га, во 2 – 0,5–18,7 т/га – результат длительного совместного произрастания сорняков и культуры.

30 дней после появления всходов – это критический период вредоносности сорных растений в посевах сорго сахарного, линия Ларец.

Результаты графического определения критического периода вредоносности сорных растений в посевах сахарного сорго, линия Ларец показаны на рисунке 3.

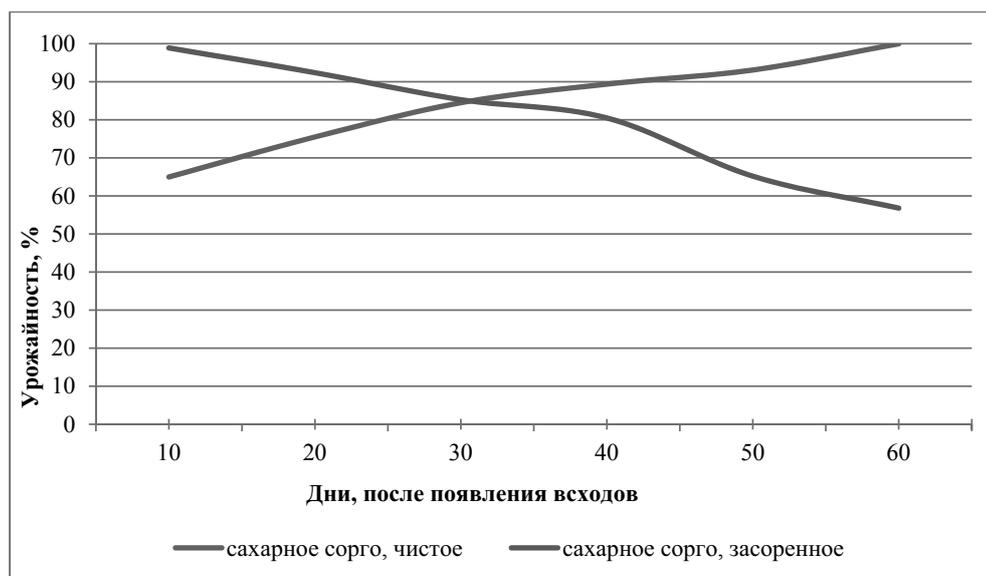


Рисунок 3 – Критический период вредоносности сорнополевого компонента в агроценозе сахарного сорго (линия Ларец (2013–2021 гг.))

В результате можно отметить следующее. В посевах сорго сахарного лесостепной зоны Республики Северная Осетия–Алания наблюдается сложный тип засоренности, при этом увеличивается доля карантинных сорняков.

Критический период вредоносности сорных растений при возделывании сахарного сорго в лесостепной зоне РСО–Алания – 26–30 дней с момента появления всходов культуры.

Литература

1. Патрикеев Е. С. Видовой состав сорных растений в посевах кукурузы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 6–2. С. 112–114.
2. Запрудский А. А., Пенязь Е. В., Привалов Д. Ф. Критический период вредоносности сорных растений в посевах кормовых бобов // Защита растений. 2021. № 45. С. 23–29.
3. Накаев С.-М. А., Оказова З. П. Видовой состав сорных растений посевов кукурузы лесостепной зоны Чеченской Республики // Успехи современного естествознания. 2016. № 12–2. С. 314–318.
4. Тешабаев Ш. А., Тураев Ж. И. Урожайность хлопчатника при разных методах борьбы против сорных растений // Актуальные проблемы современной науки. 2020. № 1(110). С. 94–96.
5. Выродов И. В. Биолого-экологические особенности некоторых сорных растений // Вестник научных конференций. 2019. № 4–2 (44). С. 26–27.

References

1. Patrikeev E. S. Species composition of weed plants in sown corn // International journal of humanitarian and natural sciences. 2019. № 6–2. P. 112–114.
2. Zaprudsky A. A., Penyaz E. V., Privalov D. F. Critical period of harmfulness of weed plants in fodder bean crops // Protection of plants. 2021. № 45. P. 23–29.
3. Nakaev S.-M. A., Okazova Z. P. Species composition of weed plants sown kukurzy forest-steppe zone Chechen Republik // Successes of modern natural science. 2016. № 12–2. P. 314–318.
4. Teshabaev S. A., Turaev Z. I. Cotton yield in different methods of weed control // Actual problems of modern science. 2020. № 1 (110). P. 94–96.
5. Vyrodov I. V. Biological and ecological features of some weed plants // Bulletin of scientific conferences. 2019. № 4–2 (44). P. 26–27.

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ И УСЛОВИЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК АПК СТАВРОПОЛЬЯ»

1. К публикации принимаются статьи по проблемам растениеводства, ветеринарии, животноводства, агроинженерии, экономики сельского хозяйства, имеющие научно-практический интерес для специалистов АПК.
2. Если авторские права принадлежат организации, финансирующей работу, необходимо предоставить письменное разрешение данной организации.
3. Следует указать направление статьи: научная или практическая.
4. На каждую статью предоставить рецензию ведущего ученого вуза. Редакция направляет материалы на дополнительное рецензирование.
5. Статья предоставляется в электронном (в формате Word) и печатном виде (в 2 экземплярах), без рукописных вставок, на одной стороне листа А4 формата. Последний лист должен быть подписан всеми авторами. Объем статьи, включая приложения, не должен превышать 10 страниц. Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman.
6. Структура представляемого материала: УДК, на русском и английском языках фамилии и инициалы авторов, заголовок статьи, аннотация и ключевые слова, сведения об авторах, телефон, E-mail, собственно текст (на русском языке), список использованных источников.
7. Таблицы представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные (с разрешением не менее 300 dpi).
8. Рисунки, чертежи и фотографии, графики (только черно-белые) – в электронном виде в формате JPG, TIF или GIF (с разрешением не менее 300 dpi) с соответствующими подписями, а также в тексте статьи, предоставленной в печатном варианте. Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы.
9. Единицы измерений, приводимые в статье, должны соответствовать ГОСТ 8.417–2002 ГСИ «Единицы величин».
10. Сокращения терминов и выражений должны приводиться в соответствии с правилами русского языка, а в случаях, отличных от нормированных, только после упоминания в тексте полного их значения [например, лактатдегидрогеназа (ЛДГ)...].
11. Литература к статье оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008. Рекомендуется указывать не более 3 авторов. В тексте обязательны ссылки на источники из списка [например, [5, с. 24] или (Иванов, 2008, с. 17)], оформленного в последовательности, соответствующей расположению библиографических ссылок в тексте.

Литература (образец)

1. Агафонова Н. Н., Богачева Т. В., Глушкова Л. И. Гражданское право : учеб. пособие для вузов / под общ. ред. А. Г. Калпина ; М-во общ. и проф. образования РФ, Моск. гос. юрид. акад. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Юрист, 2002. 542 с.
2. Российская Федерация. Законы. Об образовании : федер. закон от 10.07.1992 № 3266-1 (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2012). Доступ из СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 16.01.2012).
3. Российская Федерация. Президент (2008 – ; Д. А. Медведев). О создании федеральных университетов в Северо-Западном, Приволжском, Уральском и Дальневосточном федеральных округах : указ Президента Рос. Федерации от 21 октября 2009 г. № 1172 // Собр. зак-ва РФ. 2009. № 43. Ст. 5048.
4. Соколов Я. В., Пятов М. Л. Управленческий учет: как его понимать // Бух. учет. 2003. № 7. С. 53–55.
5. Сведения о состоянии окружающей среды Ставропольского края // Экологический раздел сайта ГПНТБ России. URL: http://ecology.gpntb.ru/ecolibworld/project/regions_russia/north_caucasus/stavropol/ (дата обращения: 16.01.2012).
6. Экологическое образование, воспитание и просвещение как основа формирования мировоззрения нового поколения / И. О. Лысенко, Н. И. Корнилов, С. В. Окрут и др. // Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу : сб. науч. тр. по материалам 75-й науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 22–24 марта 2011 г.) / СтГАУ. Ставрополь, 2011. С. 97–102.
12. Материалы, присланные в полном объеме по электронной почте, по договоренности с редакцией, дублировать на бумажных носителях не обязательно.
13. Статьи авторам не возвращаются.
14. Публикация статей аспирантов осуществляется на бесплатной основе.
15. Наш адрес: 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12. E-mail: vapk@stgau.ru

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 26.09.2022. Дата выхода в свет 26.09.2022.
Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,05. Тираж 300 экз. Заказ № 389.

Издатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»,
г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

Отпечатано в типографии ИПК СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.

СВОБОДНАЯ ЦЕНА

ISSN 2222-9345