



Вестник АПК Ставрополья

№ 4(44), 2021

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издаётся с 2011 года,
ежеквартально.

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
ПИ №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: 1000 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: varp@stgau.ru
www-страница: www.varp26.ru

Индекс в каталоге Агентства
«Роспечать» 83308

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)
Бобрышев 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

№ 4(44), 2021

SCIENTIFIC PRACTICAL JOURNAL

Published since 2011,
issued once in three months

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

ПВ №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: 1000 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

The index in the catalogue
of Agency «Rospechat» 83308

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 Agrobiology 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**АГРОИНЖЕНЕРИЯ**

- А. М. Исупова
**ВЫБОР СПОСОБА ВЫПОЛНЕНИЯ
РЕМОНТНЫХ РАБОТ ОБОРУДОВАНИЯ
СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ** 4
- С. К. Шерязов, О. С. Пташкина-Гирина, В. В. Васенев,
Ж. Б. Телюбаев, Е. В. Арбузова
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НАГРЕВА СУБСТРАТА
В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ** 9

ЖИВОТНОВОДСТВО

- А. А. Ходусов, М. Е. Пономарева, В. И. Коноплев
**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМЦОВ
СКАНБЛЭК С РАЗНЫМ ГЕНО- И ФЕНОТИПОМ** 15

РАСТЕНИЕВОДСТВО

- А. А. Беловолова, Н. В. Громова, Е. В. Голосной
**СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР
И ИХ СОРТОВАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ** 21
- А. Н. Есаулко, О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов
**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ,
ВЫРАЩИВАЕМОЙ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ** 27
- О. Ю. Лобанкова, К. Б. Исмаилов, М. В. Селиванова
**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПОДКОРМКИ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУКА РЕПЧАТОГО
В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ** 32
- А. Н. Садыгов
СЕЛЕКЦИЯ ЯБЛОНИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ 37

CONTENTS**AGROENGINEERING**

- Isupova A. M.
**THE CHOICE OF THE METHOD
OF PERFORMING REPAIR WORK OF EQUIPMENT
OF RURAL ELECTRIC NETWORKS** 4
- Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Vasenev V. V.,
Telyubaev Zh. B., Arbuzova E. V.
**DETERMINATION OF THE HEATING POWER
OF THE SUBSTRATE IN A BIOGAS PLANT** 9

ANIMAL AGRICULTURE

- Khodusov A. A., Ponomareva M. E., Konoplev V. I.
**MORPHOMETRIC PARAMETERS OF SCANBLACK MALES
WITH DIFFERENT GENO- AND PHENOTYPES** 15

CROP PRODUCTION

- Belovolova A. A., Gromova N. V., Golosnoy E. V.
**SALINITY TOLERANCE OF GRAIN LEGUMES
AND THEIR VARIETAL VARIABILITY** 21
- Esaulko A. N., Shabalidas O. G., Pimonov K. I.
**YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN
GROWN IN SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS
OF THE STAVROPOL UPLAND** 27
- Lobankova O. Yu., Ismailov K. B., Selivanova M. V.
**THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZING
ON THE PRODUCTIVITY OF ONIONS UNDER IRRIGATION
CONDITIONS IN THE ARID ZONE** 32
- Sadigov A. N.
APPLE BREEDING IN AZERBAIJAN 37

А. М. Исупова

Isupova A. M.

ВЫБОР СПОСОБА ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ОБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

THE CHOICE OF THE METHOD OF PERFORMING REPAIR WORK OF EQUIPMENT OF RURAL ELECTRIC NETWORKS

Анализируются вопросы организации ремонтных работ, проводимых в сельских электрических сетях. Представлены возможные варианты организации работ с учетом сложности и трудности выполняемых операций. Показана схема возможного распределения ремонтных работ применительно к Району электрических сетей.

Отмечен случайный характер возникновения неисправностей, что предопределило использование теории массового обслуживания для исследования поставленного вопроса. Сформулирована и поставлена в математическом плане исходная задача исследования. Предложено в ходе решения задачи определить вероятности состояний каждого из ремонтных органов и характеристики системы массового обслуживания, позволяющие оценить коэффициент готовности оборудования.

Для решения задачи рационального выбора ремонтного органа построен трехзвенный информационный граф, позволяющий составить систему алгебраических уравнений для установившегося режима работы. Решение системы алгебраических уравнений выполнялось с использованием известного аппарата Марковских цепей.

Получены аналитические выражения, позволяющие рассчитать вероятности состояний ремонтных органов, а также рассчитать среднее количество изделий, поступающих в ремонт для того или иного звена. Приводится формула для расчета коэффициента готовности электро сетевого оборудования. Указаны пути дальнейших исследований по данной проблематике в направлении постановки и решения оптимизационной задачи.

Ключевые слова: электрические сети, эксплуатация, ремонт, оборудование, система массового обслуживания, поток отказов, восстановление, вероятность состояния, уравнения.

The article analyzes the issues of organization of repair work carried out in rural electric networks. Possible options for organizing work are presented, taking into account the complexity and difficulty of the operations performed. The scheme of possible distribution of repair works in relation to the Area of electrical networks is shown.

The random nature of the occurrence of malfunctions is noted, which predetermined the use of the theory of queuing for the study of the question posed. The initial task of the study is formulated and set mathematically. In the course of solving the problem, it is proposed to determine the probabilities of the states of each of their repair bodies and the characteristics of the queuing system, which make it possible to estimate the equipment availability coefficient.

To solve the problem of rational choice of the repair body, a three-link information graph is constructed, which allows to compile a system of algebraic equations for a steady-state operation mode. The solution of the system of algebraic equations was performed using the well-known Markov chains apparatus.

Analytical expressions are obtained that allow us to calculate the probabilities of the states of repair organs, as well as to calculate the average number of products coming into repair for a particular link. The formula for calculating the availability coefficient of power grid equipment is given. The ways of further research on this issue in the direction of setting and solving the optimization problem are indicated.

Key words: electrical networks, operation, repair, equipment, queuing system, failure rate, recovery, probability of condition, equations.

Исупова Александра Михайловна – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики и электротехники Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» г. Зерноград
РИНЦ SPIN-код: 6147-4333
Тел.: 8-938-164-23-97
E-mail: alsite1@rambler.ru

Isupova Alexandra Mikhailovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electric Power and Electrical Engineering of the Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEI HE «Don State Agrarian University» г. Зерноград
RSCI SPIN-код: 6147-4333
Tel.: 8-938-164-23-97
E-mail: alsite1@rambler.ru

Общепринятым при организации ремонтных работ в сельских электрических сетях является использование нескольких способов проведения таких мероприятий [1, 2]. При этом устранение мелких неисправностей обычно возлагается на оперативно выездные бригады, являющиеся структурным подразделением оперативно-диспетчерской службы Района электрических сетей (РЭС). Для выполнения

более трудоемких, растянутых во времени восстановительных ремонтов электро сетевого оборудования привлекается специально формируемая в РЭС эксплуатационно-ремонтная бригада.

Изделия, нуждающиеся в использовании кранового и иного специального оборудования, как правило, транспортируются в мастерские производственного отделения или вновь создаваемые в настоящее время само-

стоятельные ремонтные предприятия, оснащенные соответствующим образом.

При наличии в составе РЭС нескольких эксплуатационных участков ремонтные работы могут выполняться силами электромонтеров каждого из подразделений. Вместе с тем необходимо отметить, что такая форма организации ремонтов

является малоэффективной, поскольку для каждого из участков необходимо формировать свой комплект измерительных устройств, инструментов, приспособлений и расходных материалов. Структурная схема, отражающая принятую систему распределения ремонтных работ электросетевого оборудования в РЭС, показана на рисунке 1.

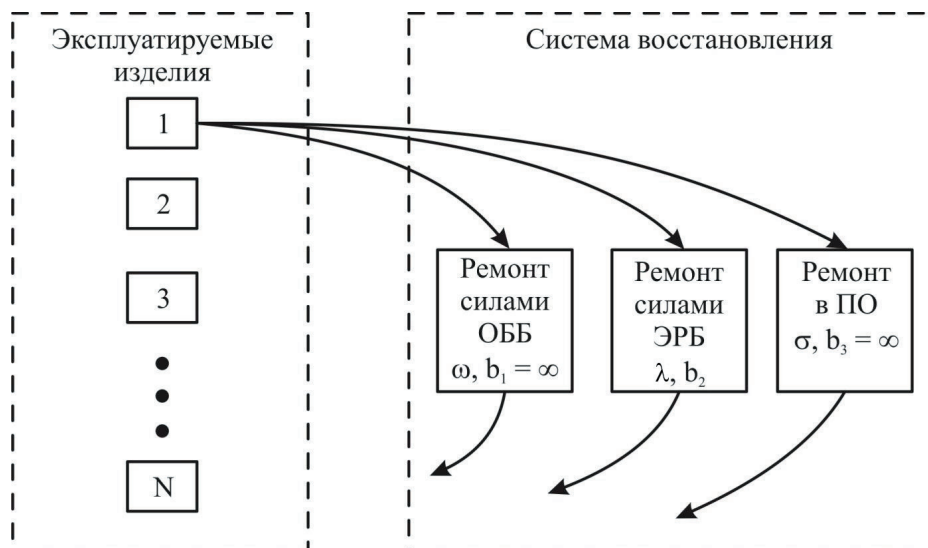


Рисунок 1 – Структурная схема распределения работ между ремонтными органами в Районе электрических сетей

Необходимо отметить, что наличие нескольких структурных подразделений в системе выполнения восстановительных ремонтов электросетевого предприятия предопределяет необходимость постановки и решения задачи рационального распределения работ между ремонтными органами.

Поскольку основной задачей рассматриваемых ремонтных органов является устранение появляющихся в сетях неисправностей, а они возникают в случайные моменты времени и фактически являются источником спроса на удовлетворение определенного вида услуги (ремонта), указанная задача может решаться с использованием хорошо разработанного аппарата теории массового обслуживания.

Сформулируем условие задачи, которую предстоит решать. Итак, предположим, что в электрических сетях РЭС возникают три вида отказов, первые из которых являются мелкими и будут устраняться оперативно-выездной бригадой или персоналом эксплуатационных участков. Другой вид отказов относится к категории средней тяжести, примем условие, что для их ликвидации привлекается специально созданная в РЭС ремонтно-эксплуатационная бригада. И третья категория отказов – это сложные повреждения электросетевого оборудования, для устранения которых необходимо применение специального оборудования и высокая квалификация ремонтного персонала. Для таких работ необходим специальный ремонтный орган.

Запишем выражение для суммарной интенсивности потока отказов электрических сетей Λ в следующем виде:

$$\Lambda = \omega + \lambda + \sigma, \quad (1)$$

где ω, λ, σ – интенсивности потока отказов электросетевого оборудования различной сложности для трех рассматриваемых ремонтных органов.

С целью упрощения дальнейших расчетов остановимся на использовании простейшего потока отказов оборудования и экспоненциальном законе распределения времени ремонта.

В результате мы имеем систему, в которой в случайные моменты времени возникают отказы, отличающиеся по сложности восстановительных работ, и в зависимости от нее устранение неисправностей осуществляется тем или иным ремонтным органом.

Обозначим пропускную способность элементов системы ремонта через b_1, b_2, b_3 . При этом примем условие, что с учетом потенциальных возможностей и накопленного опыта эксплуатации сетей в ремонтных органах первого и третьего уровня очередь на ремонт не образуется, а при выполнении работ эксплуатационно-ремонтной бригадой она может возникнуть.

Поскольку при постановке задачи мы имеем дело со случайными величинами (случайный момент поступления изделия в ремонт, случайное время ремонта), то и объем оборудования, находящегося в ремонтном органе также будет носить случайный характер. Для оценки состо-

яния узла восстановления удобно использовать такую характеристику, как число изделий, находящихся в нем.

В процессе решения задачи нам необходимо определить вероятности состояний каждого из ремонтных органов и характеристики системы массового обслуживания, позволяющие рассчитать коэффициент готовности.

Известно [3], что для составления системы алгебраических уравнений, описывающих со-

стояния системы массового обслуживания, необходимо построить пространственный граф переходов системы из одного состояния в другое. Ниже на рисунке 2 представлен такой граф с учетом наличия трех звеньев в системе массового обслуживания.

Используя известные из теории вероятностей правила составления уравнений по пространственному графу, получим следующую систему алгебраических уравнений:

$$\left. \begin{aligned} &-(\omega_{100} + \lambda_{010} + \sigma_{001})P_{000} + v_{100}P_{100} + \mu_{010}P_{010} + \phi_{001}P_{001} = 0, \\ &-(\omega_{200} + \lambda_{110} + \sigma_{101} + v_{100})P_{100} + v_{200}P_{200} + \mu_{110}P_{110} + \phi_{101}P_{101} + \mu_{110}P_{110} = 0, \\ &-(\omega_{101} + \lambda_{011} + \sigma_{002} + \phi_{001})P_{001} + \sigma_{001}P_{001} + \mu_{011}P_{011} + v_{101}P_{101} + \phi_{002}P_{002} = 0, \\ &-(\omega_{110} + \lambda_{020} + \sigma_{011} + \mu_{001})P_{010} + \lambda_{010}P_{010} + \mu_{020}P_{020} + v_{110}P_{110} + \phi_{011}P_{011} = 0, \\ &\dots \dots \dots \\ &-(\omega_{x+1,yz} + v_{xyz} + \lambda_{x,y+1,z} + \mu_{xyz} + \sigma_{xy,z+1})P_{xyz} + \omega_{xyz}P_{x-1,yz} + v_{x+1,yz}P_{x+1,yz} + \\ &+ \lambda_{xyz}P_{x,y-1,z} + \mu_{x,y+1,z}P_{x,y+1,z} + \sigma_{xyz}P_{xy,z-1} + \phi_{xy,z+1}P_{xy,z+1} = 0, \\ &\dots \dots \dots \\ &-v_{N00}P_{N00} + \omega_{N00}P_{N-1,00} = 0, \\ &-\mu_{0N0}P_{0N0} + \lambda_{0N0}P_{0,N-1,0} = 0, \\ &-\phi_{00N}P_{00N} + \sigma_{00N}P_{00,N-1} = 0 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где ω, μ, ϕ – параметры потоков восстановления в звеньях системы массового обслуживания.

При этом указанную систему уравнений необходимо дополнить нормирующим условием в виде полной группы событий:

$$\sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} P_{xyz} = 1, \quad (3)$$

где x, y, z – число изделий, находящихся в том или ином узле ремонта;
 N – общее число ремонтируемых изделий.

Располагая пространственным графом переходов, можно записать аналитические выражения для интенсивностей прямых и обратных переходов. При этом следует соблюдать условие независимости функционирования отдельных звеньев системы массового обслуживания. В результате получим:

для прямых переходов:

$$\omega_{xyz} = \begin{cases} (N+1-x-y-z)\omega & \text{при } 0 \leq x \leq N-y-z, \\ 0 & \text{при } x > N-y-z; \end{cases} \quad (4)$$

$$\lambda_{xyz} = \begin{cases} (N+1-x-y-z)\lambda & \text{при } 0 \leq y \leq N-x-z, \\ 0 & \text{при } y > N-x-z; \end{cases} \quad (5)$$

$$\sigma_{xyz} = \begin{cases} (N+1-x-y-z)\sigma & \text{при } 0 \leq z \leq N-x-y, \\ 0 & \text{при } z > N-x-y. \end{cases} \quad (6)$$

для интенсивности обратных переходов (пунктирные линии):

$$v_{xyz} = \begin{cases} xv & \text{при } 0 \leq x \leq N-y-z, \\ 0 & \text{при } x > N-y-z; \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{xyz} = \begin{cases} y\mu & \text{при } 0 \leq y \leq b_2, \\ b_2\mu & \text{при } b_2 \leq y \leq N-x-z, \\ 0 & \text{при } y > N-x-z; \end{cases} \quad (8)$$

$$\phi_{xyz} = \begin{cases} z\phi & \text{при } 0 \leq z \leq N-x-y, \\ 0 & \text{при } z > N-x-y. \end{cases} \quad (9)$$

Математические методы, позволяющие решать систему алгебраических уравнений типа (2), могут быть различными. Для Марковских цепей разработан удобный для использования формализованный метод поиска решения [3].

Воспользовавшись указанным подходом, запишем формулы для определения вероятностей состояния P_{xyz} :

$$P_{xyz} = P_{000} \prod_{i=1}^x \frac{\omega_{i00}}{v_{i00}} \prod_{j=1}^y \frac{\lambda_{xj0}}{\mu_{xj0}} \prod_{l=1}^z \frac{\sigma_{xyl}}{\phi_{xyl}}, \quad (10)$$

где P_{000} – начальная вероятность, которую с учетом нормировочного условия (3) можно рассчитать по выражению

$$P_{000} = \left[\sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} P_{xyz} \prod_{i=1}^x \frac{\omega_{i00}}{v_{i00}} \prod_{j=1}^y \frac{\lambda_{xj0}}{\mu_{xj0}} \prod_{l=1}^z \frac{\sigma_{xyl}}{\phi_{xyl}} \right]^{-1}. \quad (11)$$

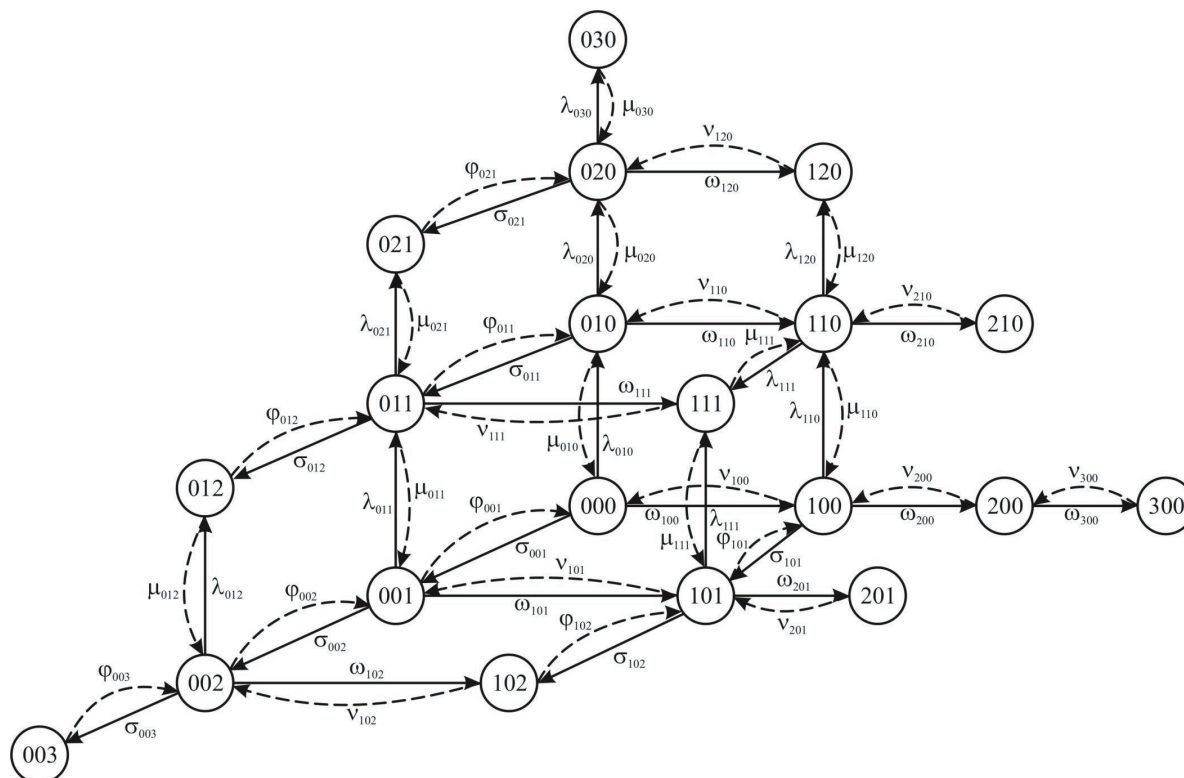


Рисунок 2 – Граф состояний системы массового обслуживания

Располагая аналитическим выражением для величины P_{000} , можно получить формулу для расчета вероятности нахождения системы массового обслуживания в том или ином состоянии:

$$P_{xyz} = \frac{\prod_{i=1}^x \frac{\omega_{i00}}{v_{i00}} \prod_{j=1}^y \frac{\lambda_{xj0}}{\mu_{xj0}} \prod_{l=1}^z \frac{\sigma_{xyl}}{\varphi_{xyl}}}{\sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} P_{xyz} \prod_{i=1}^x \frac{\omega_{i00}}{v_{i00}} \prod_{j=1}^y \frac{\lambda_{xj0}}{\mu_{xj0}} \prod_{l=1}^z \frac{\sigma_{xyl}}{\varphi_{xyl}}} \quad (12)$$

Используя формулы для интенсивностей переходов (4)–(9), можно получить окончательное выражение для расчета вероятностей состояния системы массового обслуживания:

$$P_{xyz} = \frac{\omega^x \lambda^y \sigma^z \prod_{i=1}^{x+y+z} (N+1-i)}{v^x \mu^y \varphi^z x! z! Y} \cdot \frac{\omega^x \lambda^y \sigma^z \prod_{i=1}^{x+y+z} (N+1-i)}{v^x \mu^y \varphi^z x! z! Y} \quad (13)$$

$$\text{где } Y = \begin{cases} y! & \text{при } 0 \leq y \leq b_2, \\ b_2! b_2^{y-b_2} & \text{при } y > b_2. \end{cases} \quad (14)$$

Для частного случая, если ремонт оборудования производит только эксплуатационно-ремонтная бригада РЭС, граф переходов будет линейным (рис. 3).

При такой ситуации выражение (13) можно значительно упростить и привести к следующему виду [4]:

$$P_y = \frac{\frac{\lambda^y}{\mu^y Y} \prod_{i=1}^y (N+1-i)}{\sum_{y=0}^N \frac{\lambda^y}{\mu^y Y} \prod_{i=1}^y (N+1-i)} \quad (15)$$

Рассмотрим характеристики процесса ремонта, необходимые для расчета коэффициента готовности электросетевого оборудования. Вначале запишем выражение для определения среднего числа изделий, поступивших в ремонт [4]:

$$\bar{n} = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} (x+y+z) P_{xyz} \quad (16)$$

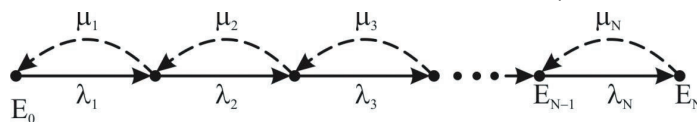


Рисунок 3 – Граф переходов при выполнении работ только эксплуатационно-ремонтной бригадой

С учетом формулы (13) получим:

$$\bar{n} = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} (x+y+z) \frac{\omega^x \lambda^y \sigma^z}{v^x \mu^y \varphi^z x! z! Y} \prod_{i=1}^{x+y+z} (N+1-i) \cdot \frac{1}{\sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} \frac{\omega^x \lambda^y \sigma^z}{v^x \mu^y \varphi^z x! z! Y} \prod_{i=1}^{x+y+z} (N+1-i)}. \quad (17)$$

При этом среднее количество изделий, поступивших в первое звено системы ремонта, рассчитывается по выражению

$$\bar{n}_1 = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} x P_{xyz}. \quad (18)$$

Аналогичную формулу можно использовать для расчета числа элементов, поступивших на ремонт в третье звено:

$$\bar{n}_3 = \sum_{x=0}^N \sum_{y=0}^{N-x} \sum_{z=0}^{N-x-y} z P_{xyz}. \quad (19)$$

А для частного случая использования только эксплуатационно-ремонтной бригады после преобразования выражения (17) имеем

$$\bar{n}_2 = \sum_{y=0}^N y \frac{\frac{\lambda^y}{\mu^y Y} \prod_{i=1}^y (N+1-i)}{\sum_{y=0}^N \frac{\lambda^y}{\mu^y Y} \prod_{i=1}^y (N+1-i)}. \quad (20)$$

При этом среднее количество ремонтируемых изделий составит

$$\bar{n} = \bar{n}_1 + \bar{n}_2 + \bar{n}_3. \quad (21)$$

Располагая значениями величин $\bar{n}_1, \bar{n}_2, \bar{n}_3$, можно рассчитать коэффициент готовности оборудования по выражению

$$k_r = 1 - \left(\frac{\bar{n}_1}{N} + \frac{\bar{n}_2}{N} + \frac{\bar{n}_3}{N} \right). \quad (22)$$

Дальнейшее рассмотрение предлагаемого аналитического аппарата может быть направлено на решение оптимизационной задачи с использованием коэффициента готовности в качестве результирующей целевой функции [5]. Такая задача может быть поставлена с целью установления доли интенсивностей отказов ω, λ, σ , приводящей к оптимальному значению целевой функции.

Литература

1. Справочник по ремонту и техническому обслуживанию электрических сетей / под ред. К. М. Антипова и И. Е. Бандуилова. М. : Энергоатомиздат, 1987. 560 с.
2. СТО 34.01-24-002-2018. Организация технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики. Дата введения: 16.10.2018. М. : ПАО «Россети», 2018. 116 с.
3. Прикладные методы для решения задач электроэнергетики и агроинженерии / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин, С. В. Аникуев. М. : ИНФРА-М, ФОРУМ, 2016. 176 с.
4. Зуховицкий С. И., Радчиков М. А. Математические методы сетевого планирования. М. : Наука, 1965. 296 с.
5. Реконструкция и техническое перевооружение распределительных электрических сетей / В. Я. Хорольский, А. В. Ефанов, В. Н. Шемякин, А. М. Исупова. СПб. : Лань, 2021. 296 с.

References

1. Reference for the repair and maintenance of electrical networks / under ed. K. M. Antipova and I. E. Banduilova. M. : Energoatomizdat, 1987. 560 p.
2. Standard 34.01-24-002-2018. Organization of maintenance and repair of energy facilities. Date of introduction: 16.10.2018. M. : PJSC «Rosseti», 2018. 116 p.
3. Applied methods for solving problems of electric power and agroengineering / V. Ya. Khorolsky, M. A. Taranov, V. N. She-myakin, S. V. Anikuev. M. : INFRA-M, FORUM, 2016. 176 p.
4. Zukhovitsky S. I., Radchikov M. A. Mathematical methods of network planning. M. : Nauka, 1965. 296 p.
5. Reconstruction and technical reequipment of distribution electric networks / V. Ya. Khorolsky, A. V. Efanov, V. N. She-myakin, A. M. Isupova. St. Petersburg : Lan, 2021. 269 p.

УДК 662.767.2

DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-9-14

Дата поступления статьи в редакцию:

15.10.2021 г.

**С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина, В. В. Васенев, Ж. Б. Телюбаев,
Е. В. Арбузова****Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Vasenev V. V., Telyubaev Zh. B., Arbuzova E. V.**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НАГРЕВА СУБСТРАТА В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ

DETERMINATION OF THE HEATING POWER OF THE SUBSTRATE IN A BIOGAS PLANT

Рассматривается биогазовая технология, как важное направление в возобновляемой энергетике. Для повышения ее эффективности необходимо выбрать биогазовую установку с оптимальными параметрами на стадии проектирования. Недостаточные исследования требуют разработки методики, которая учитывала бы климатические условия и режимы эксплуатации биогазовых установок. В процессе переработки наиболее энергоемким является нагрев биомассы в биореакторе до необходимой температуры брожения и на компенсацию тепловых потерь. Важно при этом различать пусковые и установившиеся режимы работы биогазовых установок. На потребную мощность влияет условие загрузки биомассы. В непрерывном или периодическом процессе загрузки биомассы потребная мощность будет отличаться и в последующем повлияет на выбор нагревателя по мощности. Для оценки влияния разных режимов работы биогазовых установок на потребную мощность для нагрева биомассы введен показатель, учитывающий отношение пусковой мощности к мощности установившегося режима. В ходе исследования в качестве примера рассмотрен реактор на 100 м³ с различными внутренними и внешними конструктивными и режимными параметрами. В результате исследования сделан ряд важных выводов: отопительная мощность биогазовой установки в мезофильном режиме при непрерывном и периодическом процессах и в термофильном режиме при периодическом процессе определяется по пусковому режиму; для термофильного режима при непрерывном процессе работы биогазовой установки отопительная мощность находится по установившемуся режиму; в мезофильном режиме при непрерывном процессе загрузка реактора на 70 % или 90 % в меньшей степени влияет на выбор мощности нагрева, чем температура окружающей среды; в термофильном режиме при непрерывном процессе отношение мощностей с увеличением толщины тепловой изоляции реактора имеет практически одинаковый, по значениям, нисходящий характер для вариантов загрузки реактора на 70 % или 90 % и для рассматриваемых диапазонов температур окружающей среды (от +30 °С до –30 °С). Комплексная методика проектирования биогазовой установки позволит определить оптимальные параметры для повышения ее эффективности.

Ключевые слова: биореактор, утилизация отходов, биогазовые установки, мезофильный режим, термофильный режим, загрузка реактора, пусковая мощность, нагрев биомассы.

The article discusses biogas technology as an important direction in renewable energy. To improve its efficiency, it is necessary to choose a biogas plant with optimal parameters at the design stages. Insufficient research requires the development of a methodology that would take into account climatic conditions and operating modes of biogas plants. In the process of processing, the most energy-intensive is the heating of biomass in the bioreactor to the required fermentation temperature and to compensate for heat losses. At the same time, it is important to distinguish between start-up and steady-state modes of operation of biogas plants. The required power is influenced by the biomass loading condition. In a continuous or intermittent process of loading biomass, the required power will differ and subsequently will affect the choice of the heater in terms of power. To assess the effect of different modes of operation of biogas plants on the required power for heating biomass, an indicator was introduced that takes into account the ratio of the starting power to the power of the steady state. In the course of the study, a 100 m³ reactor with various internal and external design and operating parameters was considered as an example. As a result of the study, a number of important conclusions were made: the heating capacity of a biogas plant in a mesophilic mode with continuous and periodic processes and in a thermophilic mode with a periodic process is determined by the start-up mode; for a thermophilic mode with a continuous operation of a biogas plant, the heating power is in a steady state; in the mesophilic mode with a continuous process, the reactor loading by 70 % or 90 % affects the choice of heating power to a lesser extent than the ambient temperature; In a thermophilic mode with a continuous process, the ratio of powers with an increase in the thickness of the thermal insulation of the reactor has almost the same, in terms of values, a descending character for the options for loading the reactor by 70 % or 90 % and for the considered ranges of ambient temperatures (+30 °C to –30 °C). A comprehensive methodology for the design of a biogas plant will determine the optimal parameters to improve its efficiency.

Key words: bioreactor, recycling, biogas plants, mesophilic regime, thermophilic mode, loading the reactor, starting power, heating biomass.

Шерьязов Сакен Койшыбаевич –

доктор технических наук, профессор кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов института агроинженерии
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»
г. Челябинск
РИНЦ-код: 9322-7430
Тел.: 8-900-024-34-42
E-mail: sakenu@yandex.ru

Sheryazov Saken Koyshybaevich –

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Energy Supply and Automation of Technological Processes
Institute of Agricultural Engineering
FSBEI HE «South Ural State Agrarian University»
Chelyabinsk
RSCI-code: 9322-7430
Tel.: 8-900-024-34-42
E-mail: sakenu@yandex.ru

Пташкина-Гирина Ольга Степановна – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов института агроинженерии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» г. Челябинск
РИНЦ-код: 8852-9950
Тел.: 8(351)263-28-03
E-mail: kea@sursau.ru

Васенев Виталий Васильевич – соискатель кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов института агроинженерии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» г. Челябинск
РИНЦ-код: 3525-9278
Тел.: 8-922-734-49-92
E-mail: vitvasenev@mail.ru

Телюбаев Жаслан Барлыкович – соискатель кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов института агроинженерии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» г. Челябинск
РИНЦ-код: 1297-5622
Тел.: 8(351)263-28-03
E-mail: kea@sursau.ru

Арбузова Елена Валерьевна – соискатель кафедры атомных станций и возобновляемых источников энергии энергетического института ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» г. Екатеринбург
РИНЦ-код: 8289-2454
Тел.: 8(343)375-97-37

Ptashkina-Girina Olga Stepanovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Energy Supply and Automation of Technological Processes Institute of Agricultural Engineering FSBEI HE «South Ural State Agrarian University» Chelyabinsk
RSCI-code: 8852-9950
Tel.: 8(351)263-28-03
E-mail: kea@sursau.ru

Vasenev Vitaly Vasilievich – Applicant of the Associate Professor of the Department of Energy Supply and Automation of Technological Processes Institute of Agricultural Engineering FSBEI HE «South Ural State Agrarian University» Chelyabinsk
RSCI-code: 3525-9278
Tel.: 8-922-734-49-92
E-mail: vitvasenev@mail.ru

Telyubaev Zhaslan Barlykovich – Applicant of the Associate Professor of the Department of Energy Supply and Automation of Technological Processes Institute of Agricultural Engineering FSBEI HE «South Ural State Agrarian University» Chelyabinsk
RSCI-code: 1297-5622
Tel.: 8(351)263-28-03
E-mail: kea@sursau.ru

Arbuzova Elena Valeryevna – Applicant of the Departments Of Nuclear Power Plants and Renewable Energy Sources of the Energy Institute FSBEI HE «Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin» Ekaterinburg
RSCI-code: 8289-2454
Tel.: 8(343)375-97-37

В мировой практике утилизации сельскохозяйственных отходов известно использование биогазовых установок, которые позволяют получить биогаз (горючий газ) и органические удобрения [1–3].

Несмотря на все положительные стороны использования данных установок, внедрение и опыт использования их в сельском хозяйстве России сдерживается недостаточной разработкой методики проектирования биогазовых установок, которая учитывала бы не только климатические условия, но режимные параметры процессов [4–8].

В проектировании рассматриваемой установки важным является выбор необходимой мощности для нагрева биомассы в реакторе с учетом режима ее работы [1, 7, 8]. При этом следует различать пусковые и установившиеся режимы работы биогазовой установки в мезофильном и термофильном температурных режимах.

В пусковом режиме мощность нагревателя выбирается так, чтобы за заданный промежуток времени субстрат в биореакторе был нагрет до необходимой температуры [4, 5]. Возможно, эта же мощность будет использована и в установившемся режиме работы биогазовой уста-

новки. Здесь и возникает логический вопрос: как определить необходимую мощность нагревателя биореактора.

Цель исследования – определение потребной мощности для нагрева субстрата в зависимости от режимных и конструктивных параметров биогазовой установки в процессе утилизации сельскохозяйственных отходов.

Потребная мощность для нагрева субстрата (биомассы) определяется исходя из теплового баланса биореактора в процессе работы биогазовой установки. Важной является оценка ожидаемых теплопотерь с учетом конструктивного параметра, таких как толщина и вид теплоизоляции.

Тепловые потери в реакторе биогазовой установки [9, 10]:

$$Q_{\text{потерь}} = kS\Delta t_{\text{потерь}}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где k – коэффициент теплопередачи, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$; S – площадь теплопередающей поверхности реактора, м^2 ; Δt – разность температур внутри реактора и наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

В пусковом режиме для устойчивого роста микроорганизмов в анаэробной среде нагрев загруженного сырья должен проводиться по-

степенно, не более 2 °С в сутки, и доведен до необходимой температуры брожения биомассы [4–6]. Тогда потребная мощность для нагрева субстрата зависит:

$$P_{\text{повыш}} = f(V_z, \tau_{\text{повыш}}, \Delta t_{\text{повыш}}), \text{ Вт}, \quad (2)$$

где V_z – объем заполнения реактора биомассой при пуске БГУ, м³; $\tau_{\text{повыш}}$ – время постепенного нагрева субстрата, с; $\Delta t_{\text{повыш}}$ – разность температур в начале и в конце суточного нагрева в пусковом режиме, °С.

Потребную мощность для нагрева субстрата в пусковом режиме можно определить как

$$P_{\text{пуск}} = P_{\text{повыш}} + Q_{\text{потерь}}, \text{ Вт}. \quad (3)$$

Потребная мощность в установившемся режиме брожения биомассы при непрерывном процессе загрузки:

$$P_{\text{уст.режим.непрерывный}} = P_{\text{доз.сут}} + Q_{\text{потерь}}, \text{ Вт}. \quad (4)$$

Потребная мощность для нагрева суточной дозы биомассы в условиях непрерывного процесса загрузки зависит:

$$P_{\text{доз.сут}} = f(V_{\text{доз.сут}}, \tau_{\text{доз.сут}}, \Delta t_{\text{доз.сут}}), \text{ Вт}, \quad (5)$$

где $V_{\text{доз.сут}}$ – объем суточного заполнения реактора биомассой, м³; $\tau_{\text{доз.сут}}$ – время нагрева суточного объема заполнения реактора, с; $\Delta t_{\text{доз.сут}}$ – разность температур внутри реактора и загружаемого суточного субстрата, °С.

Потребная мощность в установившемся режиме при периодическом процессе загрузки биомассы определяется по ожидаемой потере энергии

$$P_{\text{уст.режим.периодический}} = Q_{\text{потерь}}, \text{ Вт}. \quad (6)$$

Тогда для оценки различия потребной мощности в установившемся и пусковом режимах вводим коэффициент γ , оценивающий отношения потребляемых мощностей в указанных режимах:

$$\gamma = \frac{P_{\text{пуск}}}{P_{\text{уст.режим}}}. \quad (7)$$

Данный показатель показывает, по какой мощности выбирается нагреватель субстрата. Если $\gamma > 1$, мощность нагревателя определяется по пусковому режиму биореактора.

Для исследования необходимых параметров рассмотрим биогазовые установки с металлическими биореакторами на 100 м³, мезофильный и термофильный температурные режимы сбраживания биомассы в условиях непрерывного и периодического процесса загрузки с заполнением реактора на 70–90 %. Диапазон температуры окружающего воздуха примем от +30 °С до –30 °С (начальную температуру биомассы принимаем +20 °С и +10 °С соответственно).

На рисунке 1 представлены результаты исследования коэффициента γ (отношение мощностей) в мезофильном температурном режиме в зависимости от толщины изоляции реактора при заданной температуре окружающей среды (для непрерывного процесса при +30 °С и –30 °С и периодического при –30 °С) с учетом загрузки реактора.

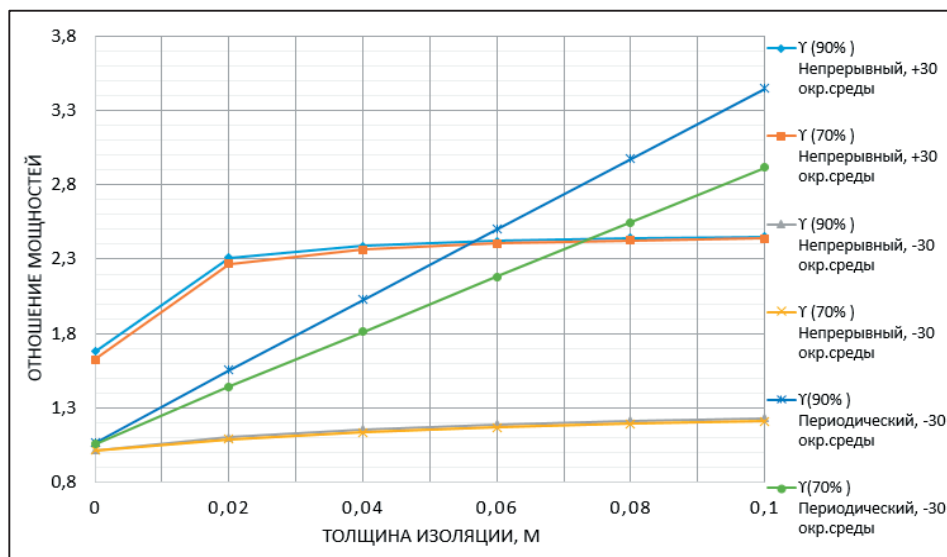


Рисунок 1 – Зависимость отношения мощностей в мезофильном режиме от толщины тепловой изоляции реактора и температуры окружающей среды

На рисунке 2 представлены результаты исследования коэффициента γ (отношение мощностей) в мезофильном температурном режиме в зависимости от толщины изоляции реактора при заданной температуре окружающей среды (для периодического процесса при +30 °С) с учетом загрузки реактора.

В приведенных зависимостях мы можем наблюдать различный характер кривых отношения мощностей γ . Но главным общим выводом для мезофильного режима является то, что мощность нагрева субстрата (биомассы) будет определяться по пусковой мощности биогазовой установки, что доказывается значением γ больше единицы.

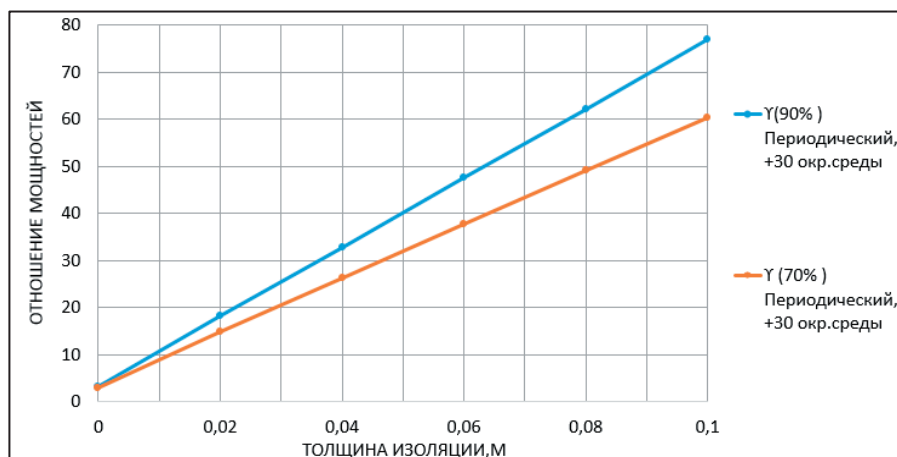


Рисунок 2 – Зависимость отношения мощностей в мезофильном режиме от толщины тепловой изоляции реактора в условиях периодической загрузки биомассы при +30°C окр. среды.

На рисунке 3 представлены результаты исследования коэффициента γ (отношение мощностей) в термофильном режиме в зависимости от толщины изоляции реактора при заданной температуре окружающей среды (для непрерывного процесса при +30 °C и –30 °C) с учетом загрузки реактора.

На рисунке 4 представлены результаты исследования коэффициента γ (отношение мощностей) в термофильном режиме в зависимости от толщины изоляции реактора при заданной температуре окружающей среды (для периодического процесса при +30 °C и –30 °C) с учетом загрузки реактора.

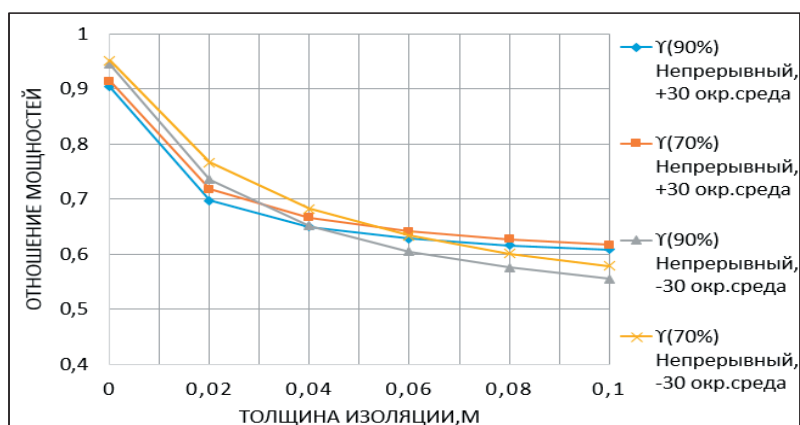


Рисунок 3 – Зависимость отношения мощностей в термофильном режиме от толщины тепловой изоляции реактора и температуры окружающей среды при непрерывной загрузке биомассы

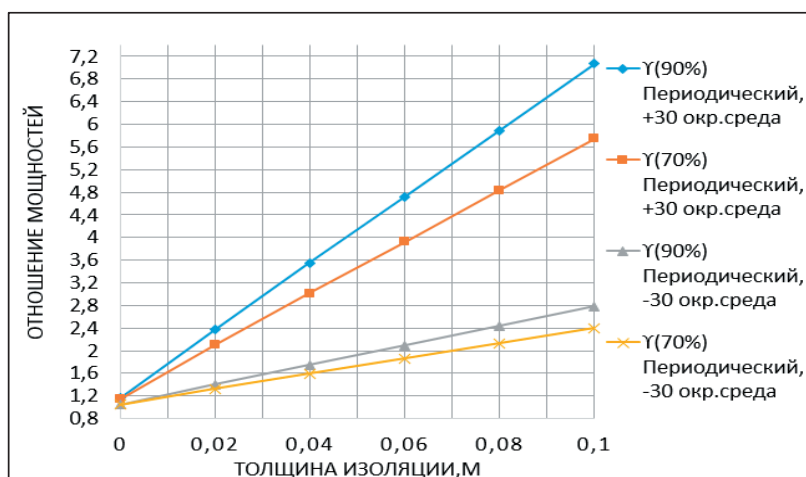


Рисунок 4 – Зависимость отношения мощностей в термофильном режиме от толщины тепловой изоляции реактора и температуры окружающей среды при периодической загрузке биомассы

По данным рисунков 3 и 4 видно, что выбор мощности на нагрев субстрата при термофильном режиме для периодического и непрерывного процессов будет определяться не так, как для мезофильного режима, из-за различных значений отношения мощностей.

Анализ полученных данных показывает, что:

– Потребляемая мощность в мезофильном режиме при непрерывном и периодическом процессе работы биогазовой установки выбирается по пусковому режиму (по рис. 1 и 2 видно, что γ больше 1. Согласно формуле (7) γ больше 1, когда $P_{\text{пуск}}$ больше $P_{\text{уст.режим}}$, поэтому и мощность нагревателя будем выбирать по большей из рассчитанных).

– Потребляемая мощность в термофильном режиме при периодическом процессе работы биогазовой установки определяется также по пусковому режиму ($\gamma > 1$), а при непрерывном процессе – по установившемуся режиму, поскольку $\gamma < 1$, и мощность нагревателя выбирается по $P_{\text{уст.режим}}$.

Анализ приведенных на рисунке 1 данных показывает, что график отношения мощностей в мезофильном режиме при непрерывном процессе загрузки с увеличением толщины тепловой изоляции реактора стремится к установившемуся значению. Связано это с тем, что при увеличении толщины тепловой изоляции реактора тепловые потери стремятся к минимально-установившемуся значению. Все сводится к сравнению двух слагаемых: $P_{\text{повыш}}$ и $P_{\text{доз.сут}}$, которые не зависят от толщины изоляции.

Также можно сделать вывод, что загрузка реактора для мезофильного режима при непрерывном процессе в намного меньшей степени играет роль при выборе мощности нагрева, чем температура окружающей среды. Это видно из наложения графиков отношения мощностей при загрузках реактора на 70 % и 90 % для рассматриваемого диапазона температур окружающей среды. Вместе с тем по рисункам 1 и 2 для периодического процесса загрузки реактора имеется важное значение в выборе нагревательной мощности. Здесь графики при загрузках реактора на 70 % и 90 % не наслаиваются друг на друга.

По приведенным на рисунках 1 и 2 данным, отношение мощностей в мезофильном режиме при периодической загрузке биомассы с увеличением толщины тепловой изоляции реактора растет (соответственно при -30°C и $+30^\circ\text{C}$ окружающей среды). Согласно формуле (7), это связано с тем, что при увеличении толщины тепловой изоляции реактора тепловые потери стремятся к своему минимальному значению намного быстрее, чем $P_{\text{пуск}}$.

Анализ данных на рисунке 3 показывает, что отношение мощностей в термофильном режиме с увеличением толщины тепловой изоляции реактора имеет нисходящий характер для всех вариантов загрузки реактора и рассматриваемых температур окружающей среды, вследствие сравнения $P_{\text{доз.сут}}$ с $P_{\text{повыш}}$ в формуле (7), где тепловые потери с ростом толщины изоляционного материала играют незначительную роль.

На рисунке 4 отношение мощностей в термофильном режиме и при периодической загрузке с увеличением толщины тепловой изоляции реактора тоже имеет возрастающий характер, но не такой резкий, как в мезофильном режиме при периодическом процессе (при $+30^\circ\text{C}$). Связано это с тем, что в термофильном режиме тепловые потери больше, чем в мезофильном, из-за более высокой температуры процесса переработки биомассы (субстрата) в биогазовой установке.

Мощность для нагрева субстрата в биогазовой установке в мезофильном режиме при непрерывном и периодическом процессах и термофильном режиме при периодическом процессе определяется по пусковому режиму. Для термофильного режима при непрерывном процессе работы биогазовой установки отопительная мощность находится по установившемуся режиму.

В дальнейшем с учетом температурной стабильности процесса брожения и на основе представленных исследований можно разработать методику проектирования биогазовой установки и представить рекомендации по эксплуатации уже существующих установок для достижения их максимальной эффективности.

Литература

1. Шерязов С. К. Исследование системы комплексного энергоснабжения с использованием возобновляемых источников // Вестник КрасГАУ. 2008. № 5. С. 302–305.
2. Пташкина-Гирина О. С., Телюбаев Ж. Б., Шерязов С. К. Переработка отходов животноводства для использования их в качестве удобрения // Вестник ИРГСХА. 2017. № 80. С. 184–190.
3. Методика оценки энергетических характеристик возобновляемых источников / С. К. Шерязов, О. С. Пташкина-Гирина, А. Т. Ахметшин, О. А. Гусева // Вестник Башкирского государственного аграрно-

References

1. Sheryazov S. K. Investigation of the integrated energy supply system using renewable sources. Bulletin of KrasGAU. 2008. № 5. P. 302–305.
2. Ptashkina-Girina O. S., Telyubaev Zh. B., Sheryazov S. K. Processing of animal husbandry waste for their use as fertilizer. Bulletin of the IrGSHA. 2017. № 80. P. 184–190.
3. Sheryazov S. K., Ptashkina-Girina O. S., Akhmetshin A. T., Guseva O. A. Methodology for assessing the energy characteristics of renewable sources. Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. 2018. № 1 (45). P. 114–124.

- го университета. 2018. № 1 (45). С. 114–124.
4. Веденев А. Г., Маслов А. Н. Строительство биогазовых установок. Краткое руководство. Бишкек : Евро, 2006. 28 с.
 5. Веденев А. Г. Руководство по биогазовым технологиям. Бишкек : ДЭМИ, 2011. 84 с.
 6. Веденев А. Г., Веденева Т. А. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. Бишкек : ОФ «Флюид», Типография «Полиграфоформление», 2006. 90 с.
 7. Биркин С. М. Совершенствование технологии и технических средств утилизации навоза крупного рогатого скота : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01. Волгоград, 2009. 24 с.
 8. Амерханов Р. А. Совершенствование методов оценки сельскохозяйственных энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.14.08. Москва, 2004. 40 с.
 9. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача : учебник для вузов. Изд. 3-е. Москва : Энергия, 1975. 488 с.
 10. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники : учеб. пособие. 2-е изд., стер. Москва : Изд-во «Машиностроение-1», 2005. 260 с.
 4. Vedenev A. G., Maslov A. N. Construction of biogas plants. Brief guide. Bishkek : «Euro», 2006. 28 p.
 5. Vedenev A. G. Guide to biogas technologies. Bishkek : DEMI, 2011. 84 p.
 6. Vedenev A. G., Vedeneva T. A. Biogas technologies in the Kyrgyz Republic. Bishkek : OF «Fluid», Printing house «Polygraph», 2006. 90 p.
 7. Birkin S. M. Improvement of technology and technical means of utilization of cattle manure : abstract of the dissertation of technical sciences : 05.20.01. Volgograd, 2009. 24 p.
 8. Amerkhanov R. A. Improvement of methods of evaluation of agricultural power plants based on renewable energy sources : abstract of the dissertation of the Doctor of Technical Sciences : 05.14.08. Moscow, 2004. 40 p.
 9. Isachenko V. P., Osipova V. A., Sukomel A. S. Heat transfer. Textbook for universities. Ed. 3rd. M. : «Energy», 1975. 488 p.
 10. Lyashkov V. I. Theoretical foundations of heat engineering: Textbook manual. 2nd ed., ster. M. : Publishing House of Mechanical Engineering-1, 2005. 260 p.

УДК 636.934.57:611

DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-15-20

Дата поступления статьи в редакцию:

11.11.2021 г.

А. А. Ходусов, М. Е. Пономарева, В. И. Коноплев**Khodusov A. A., Ponomareva M. E., Konoplev V. I.**

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМЦОВ СКАНБЛЭК С РАЗНЫМ ГЕНО- И ФЕНОТИПОМ

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF SCANBLACK MALES WITH DIFFERENT GENO- AND PHENOTYPES

Американская норка (*Mustela vison* / *Neovison vison*) характеризуется долговечностью меха и высокой степенью его выровненности по всему телу, что делает ее основным объектом пушного звероводства. Процесс ее одомашнивания не завершен и может привести и к непредвиденным последствиям – так, отбор на наличие покладистости у клеточных лисиц (*Vulpes vulpes*) непреднамеренно привёл к ряду морфологических изменений в популяции.

Целью данного исследования было сравнить основные морфометрические показатели самцов норок сканблэк, отличающихся по массе тела и по генотипу (гомо- и гетерозиготных по гену Джет). В своих предыдущих работах мы уже рассматривали указанные зависимости у норок некоторых генотипов. Данная работа является продолжением этих исследований.

Установлено, что самцы сканблэк в возрасте 7,5 месяцев, гомо- и гетерозиготные по гену Джет (N/N, N/+ соответственно), не имеют достоверных различий по величине и массе. Средняя по группе длина тела составила 43,9±0,33 см (lim 40–48 см), при этом у гомозиготных 44,1±0,49 см и гетерозиготных 43,8±0,46 см. Массу тушки выше средней имеют 42,5 % норок, из них 52,9 % гомозиготные и 47,1 % гетерозиготные. Массу меньше средней имеют 47,5 % самцов, из которых с генотипом N/N – 47,4 %, а с генотипом N/n – 52,6 %. Абсолютная масса внутренних органов (легкие, сердце, печень) больше у животных с более высокой массой тела, их относительная масса выше у животных с низкой массой. При этом, несмотря на то, что масса тела в высокой степени коррелирует с линейными параметрами тела, степень корреляции данных параметров тушки и её массы с массой внутренних органов у норок с низкой массой находится на слабом уровне.

Ключевые слова: американская норка сканблэк, масса тела, длина тела, различия гомо- и гетерозигот, линейные параметры тела, масса внутренних органов.

The American mink (*Mustela vison* / *Neovison vison*) is characterized by the durability of its fur and a high degree of its uniformity throughout the body, which makes it the main object of fur farming. The process of its domestication is not complete and can lead to unforeseen consequences – for example, selection for the presence of complaisance in cellular foxes (*Vulpes vulpes*) inadvertently led to a number of morphological changes in the population.

The aim of this study was to compare the main morphometric parameters of male Scanblack minks differing in body weight and genotype (homo- and heterozygous for the Jet gene). In our previous works, we have already considered the indicated dependences in minks of some genotypes. This work is a continuation of these studies.

It was found that scanblack males at the age of 7.5 months, homo- and heterozygous for the Jet gene (N/N, N/+ respectively), do not have significant differences in size and weight. The average body length for the group was 43.9±0.33 cm (lim 40–48 cm), while in homozygous 44.1±0.49 cm and heterozygous 43.8±0.46 cm. 42.5 % of minks, of which 52.9 % are homozygous and 47.1 % are heterozygous. 47.5 % of males have less than average weight, of which 47.4 % with the N/N genotype, and 52.6 % with the N/n genotype. The absolute mass of internal organs (lungs, heart, liver) is greater in animals with a higher body mass, their relative mass is higher in animals with a low mass. At the same time, despite the fact that body weight is highly correlated with linear body measurements, the degree of correlation between these measurements of the carcass and its weight with the mass of internal organs in low-weight minks is at a weak level.

Key words: American scanblack mink, body weight, body length, differences between homo- and heterozygotes, linear body measurements, mass of internal organs.

Ходусов Александр Анатольевич – кандидат ветеринарных наук, доцент базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1056-5470
Тел.: 8(8652)28-61-12
E-mail: hoalan@mail.ru

Пonomарева Мария Евгеньевна – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры кормления животных и общей биологии ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 1725-2026
Тел.: 8(8652)28-61-12
E-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

Коноплев Виктор Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Khodusov Alexander Aleksandrovich – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Basic Department of Special Animal Husbandry, Selection and Animal Breeding FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 1056-5470
Tel.: 8(8652)28-61-12
E-mail: hoalan@mail.ru

Ponomareva Maria Evgen'evna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of Animal Feeding and General Biology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 1725-2026
Tel.: 8(8652)28-61-12
E-mail: m-ponomareva-st@mail.ru

Konoplev Viktor Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Basic

базовой кафедры частной зоотехнии, селекции и разведения животных
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 4734-7706
Тел.: 8(8652)28-61-12

Department of Special Animal Husbandry,
Selection and Animal Breeding
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 4734-7706
Tel.: 8(8652)28-61-12

Виды животных, разводимые человеком в неволе, подвергаются ряду процессов и изменений, известных как одомашнивание. Это непрерывный процесс превращения дикой формы в культурную, которая является результатом отбора и влияния условий ведения сельского хозяйства на череду поколений животных [1]. Американская норка (*Mustela vison* / *Neovison vison*) не является исключением и, характеризуясь долговечностью меха и высокой степенью его выровненности по всему телу [2], является основным объектом пушного звероводства. Одомашнивание может привести и к непредвиденным последствиям – так, отбор на наличие покладистости у клеточных лисиц (*Vulpes vulpes*) преднамеренно привёл к ряду морфологических изменений в популяции, из-за ряда изменений в развитии, управляемых затронутыми генами [3]. У домашних животных зачастую ослаблен отбор по признакам, которые увеличивают выживаемость или продуктивность в диких популяциях, что может привести к изменениям в морфологии, поведении и размножении [4].

В настоящее время процесс одомашнивания норок продолжается, и селекционная работа оказывает значительное влияние на морфологию животных. В первую очередь изменчивость касается таких признаков, как соотношение различных частей тела, краниологические параметры и появление цветовой разновидности, нехарактерных для дикой формы [5, 6]. Например, размер [7] и объем мозга [8] домашней норки, по-видимому, уменьшаются. Необходимо отметить, что морфометрические показатели зависят не только от условий содержания, но и от генотипа норок [9, 10]. Ю. И. Гладилов и С. С. Ясная приводят данные о том, что у норок ген Джет усиливает пигментацию волос, препятствует развитию белой пятнистости на брюшке и проявлению седины, при этом волос становится более коротким и уравненным. Авторы утверждают, что гомозиготные (N/N) звери от гетерозиготных (N/+) отличаются меньшим размером, особенно самцы [11]. Размер тела является одним из основных селекционируемых признаков, так как он оказывает влияние на стоимость конечной продукции через площадь получаемой шкурки [12, 13].

Необходимо отметить, что в доступных литературных источниках достоверных данных о значительных отличиях гомо- и гетерозиготных по гену Джет норок по основным морфо-

метрическим показателям мы не обнаружили, в связи с этим считаем, что данные исследования являются достаточно актуальными, в том числе для звероводов-селекционеров.

Цель данного исследования состояла в том, чтобы сравнить основные морфометрические показатели самцов норок сканблэк, отличающихся по массе тела и по генотипу (гомо- и гетерозиготные по гену Джет). В своих предыдущих работах мы уже рассматривали указанные зависимости у норок некоторых генотипов. Данная работа является продолжением этих исследований.

Методика исследований, применяемая в данной работе, была описана ранее [14]. Объектом исследования послужили тушки самцов сканблэк как гомозиготных по гену Джет (N/N), так и гетерозиготных (N/n). Материал для исследования был получен во время планового убоя норок текущего года рождения в возрасте 7,5 месяцев в зверохозяйстве «Лесные ключи», расположенном в Ставропольском крае. Для проведения исследований были отобраны 40 тушек самцов сканблэк после снятия шкурок. Морфометрические данные по всей группе мы использовали как контроль (среднее по стаду).

У отобранных тушек были изучены: длина тела (ДТ) (от кончика носового хряща, до корня хвоста), обхват груди за лопатками (ОГЗЛ) и по последнему ребру (ОГПР). Измерения проводились при помощи мерной ленты с точностью до 1 мм. Массу тушки без шкурки и подкожного жира (МТБШ), массу лёгких (МЛ), сердца (МС) и печени (МП) определяли на электронных весах с точностью до 1 г. Полученные цифровые данные обработали при помощи пакета статистического анализа Microsoft Excel 2007.

Учитывая неоднородность по генотипу, из тушек животных были сформированы группа 1 (n=19) гомозиготных (N/N) и группа 2 (n=21) гетерозиготных (N/n) по гену Джет самцов. Принадлежность к генотипу определяли визуально путем осмотра слизистой ротовой полости – животных, имеющих черное небо, относили к гомозиготным, а животных, не имеющих чёрных пятен на слизистой неба, считали гетерозиготными [11].

Группы 3 и 4 были сформированы в результате обработки данных по массе. В группу 3 вошли животные (n=17), масса которых превышала общую среднюю. В группу 4 (n=19) вошли животные с массой меньше средней по стаду.

Анализ полученных данных по промерам норок (n=40) свидетельствует о том, что наименьшим коэффициентом вариации обладают ли-

нейные промеры – длина тела (4,8 %), а также обхват груди за лопатками (10,9 %) и по последнему ребру (9,7 %). В то же время показатели массы тела и внутренних органов обладают изменчивостью на уровне 20 %, при этом необходимо отметить, что такая высокая изменчивость характерна не только для абсолютных показателей, но и для относительных (табл. 1).

Минимальные значения массы более чем в 2 раза отличаются от максимальных, в то время как длина тела отличается лишь в 1,2 раза,

а обхват груди за лопатками – в 1,45 раза. В среднем длина тела у самцов сканблэк контрольной группы составляет $43,9 \pm 0,33$ см, а масса тела без шкурки – $1208,7 \pm 45,64$ г. Важно отметить, что выборка из 40 животных представлена практически в равной пропорции как гомозиготными (47,5 %), так и гетерозиготными (52,5 %) по гену Джет самцами.

В таблице 2 представлены данные морфометрических показателей самцов сканблэк в разрезе генотипов N/N (n=19) и N/n (n=21).

Таблица 1 – Морфометрические показатели самцов сканблэк

Показатель	ДТ	ОГЗЛ	ОГПР	МТБШ	Масса легких		Масса сердца		Масса легких + сердца		Масса печени	
					абс., г	отн., %	абс., г	отн., %	абс., г	отн., %	абс., г	отн., %
M	43,9	16,5	21,1	1208,7	23,8	2,0	17,7	1,5	41,4	3,5	93,1	8,0
m	0,33	0,29	0,32	45,64	0,92	0,06	0,59	0,04	1,38	0,08	2,54	0,25
Cv	4,8	10,9	9,7	23,9	24,6	18,2	21,0	17,5	21,1	15,1	17,3	19,7
min	40,0	13,4	17,5	721,0	15,0	1,4	12,0	1,1	27,0	2,7	62,0	5,8
max	48,0	21,0	25,5	1828,0	40,0	3,1	26,0	2,2	64,0	4,8	132,0	12,2

Таблица 2 – Морфометрические показатели самцов сканблэк генотипов N/N и N/n

Группа	Показатель	ДТ	ОГЗЛ	ОГПР	МТБШ	Масса легких		Масса сердца		Масса легких+сердца		Масса печени	
						абс., г	отн., %	абс., г	отн., %	абс., г	отн., %	абс., г	отн., %
1 (N/N)	M	44,1	16,6	21,0	1234,3	24,4	2,0	18,3	1,5	42,6	3,5	94,6	7,8
	m	0,49	0,37	0,41	61,47	1,28	0,10	0,88	0,06	1,95	0,13	3,11	0,28
	Cv	4,8	9,7	8,4	21,7	22,9	20,9	21,1	16,2	19,9	15,7	14,3	15,3
	min	41,0	14,0	18,8	878,0	15,0	1,6	14,0	1,1	31,0	2,7	76,0	5,9
	max	48,0	20,0	24,7	1761,0	38,0	3,1	26,0	1,8	64,0	4,5	119,0	10,7
2 (N/n)	M	43,8	16,4	21,1	1185,6	23,2	2,0	17,1	1,5	40,3	3,5	91,8	8,0
	m	0,46	0,43	0,50	67,85	1,34	0,07	0,78	0,06	1,96	0,11	3,99	0,36
	Cv	4,8	12,1	10,8	26,2	26,6	15,8	20,8	19,1	22,3	14,9	19,9	20,6
	min	40,0	13,4	17,5	721,0	15,0	1,4	12,0	1,1	27,0	2,7	62,0	5,8
	max	47,0	21,0	25,5	1828,0	40,0	2,6	24,0	2,2	60,0	4,8	132,0	12,2
Критерий Стьюдента p 1-2		0,62	0,86	0,69	0,53	0,49	0,80	0,47	0,89	0,42	0,81	0,54	0,85

Анализируя полученные данные можно заметить, что вариативность большинства показателей у гомозиготных животных ниже, чем у гетерозиготных, при этом все средние показатели, за исключением обхвата груди за лопатками и относительной массы печени, выше у животных группы 1 (генотип N/N). Важно отметить, что все отличия средних величин между группами с разным генотипом носят недостоверный характер, а крупные животные с длиной тела 47–48 см и массой тела без шкурки 1761–1828 г встречаются в обеих группах. Минимальные показатели также имеют сходные значения.

Анализ данных по всей выборке (табл. 1) показал, что средняя масса тела без шкурки у самцов сканблэк составляет $1208,7 \pm 45,64$ г, то есть к среднему показателю относятся животные с массой в пределах от 1163 г до 1253 г. В этот промежуток попадает 10 % животных,

из них 1 самец гомозиготный и 3 гетерозиготных. Массу тушки выше средней (группа 3) имеют 42,5 % норок, из них 52,9 % гомозиготные и 47,1 % гетерозиготные. Меньше средней массы от показателя контрольной группы (группа 4) имеют 47,5 %, из которых с генотипом N/N – 47,4 %, а с генотипом N/n – 52,6 %. Представленные данные свидетельствуют о том, что распределение животных по массе тела в представленной выборке из 40 животных не зависит от генотипа.

Морфометрические показатели самцов сканблэк с разной массой тела представлены в таблице 3.

Важно отметить, что по всем представленным параметрам, кроме относительной массы лёгких, между группами наблюдаются достоверные отличия. При разнице в средней массе между группами 535 г (56 %) различия в длине тела составляют 3,2 см (7,5 %), в обхвате груди

за лопатками – 3,0 см (19,8 %), а по последнему ребру – 3,4 см (17,7 %). Необходимо отметить, что разница между максимальными показателями длины тела составляет всего 1,3 см (48 и 46,7 см у 3 и 4 групп соответственно). Несмотря на то что абсолютная масса внутренних органов (легкие, сердце, печень) больше у животных с более высокой массой тела, их относительная масса выше у животных с низкой массой. Наибольшие отличия наблюдаются у показателя относительной массы печени – 2 абс. %.

Для выявления взаимосвязей между различными морфометрическими показателями был рассчитан коэффициент корреляции различных показателей между собой, результаты представлены в таблицах 4–6.

Для описания корреляции R. E. Chaddock предложил, в зависимости от полученной вели-

чины, оценивать ее степень от слабой (0,3) до весьма высокой (0,9).

Анализ данных, представленных в таблице 4, свидетельствует о том, что масса тела в наибольшей степени зависит от обхвата груди за лопатками и по последнему ребру и длины тела. При этом масса тела (МТБШ) имеет более сильную взаимосвязь с обхватом груди по сравнению с длиной тела, что особенно заметно у крупных животных (группа 3). Корреляция между массой тела без шкурки и массой внутренних органов находится на высоком уровне, однако при выделении групп животных с более однородной массой тела (группа 3 и 4) степень корреляции уменьшается до умеренной.

Сходные тенденции наблюдаются и при анализе расчетов корреляции длины тела с морфометрическими показателями (табл. 5).

Таблица 3 – Морфометрические показатели самцов сканблэк с разной массой тела

Группа	Показатель	ДТ	ОГЗЛ	ОГПР	МТБШ	Масса легких		Масса сердца		Масса легких + сердца		Масса печени	
						абс., г	отн., %	абс., г	отн., %	абс., г	отн., %	абс., г	отн., %
3	М	45,6	18,1	22,8	1490,3	28,2	1,9	20,5	1,4	48,7	3,3	102,6	6,9
	m	0,32	0,33	0,35	39,43	1,27	0,07	0,88	0,06	1,89	0,11	3,15	0,19
	Cv	2,9	7,4	6,3	10,9	18,6	16,1	17,8	16,8	16,0	13,8	12,7	11,5
	min	42,6	15,0	20,9	1261,0	22,0	1,6	14,0	1,1	37,0	2,7	83,0	5,8
	max	48,0	21,0	25,5	1828,0	40,0	2,6	26,0	1,8	64,0	4,3	132,0	8,5
4	М	42,4	15,1	19,4	955,1	20,2	2,1	15,7	1,7	35,9	3,8	84,6	8,9
	m	0,35	0,22	0,23	27,21	0,85	0,09	0,51	0,05	1,08	0,11	3,34	0,30
	Cv	3,6	6,2	5,3	12,4	18,3	17,8	14,0	12,8	13,1	12,3	17,2	14,7
	min	40,0	13,4	17,5	721,0	15,0	1,7	12,0	1,3	27,0	3,1	62,0	6,8
	max	46,7	16,4	22,0	1143,0	29,0	3,1	20,0	2,2	44,0	4,8	113,0	12,2
Критерий Стьюдента р 3–4		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00

Таблица 4 – Корреляция массы тела без шкурки (МТБШ) с некоторыми морфометрическими показателями у самцов сканблэк

Группа животных	ДТ	ОГЗЛ	ОГПР	МЛ	МС	МЛ+МС	МП
Контроль	0,816	0,942	0,922	0,726	0,707	0,786	0,666
1	0,884	0,909	0,911	0,631	0,688	0,726	0,755
2	0,765	0,964	0,941	0,790	0,728	0,829	0,614
3	0,492	0,880	0,811	0,485	0,450	0,538	0,517
4	0,603	0,763	0,818	0,362	0,538	0,535	0,530

Таблица 5 – Корреляция длины тела (ДТ) с некоторыми морфометрическими показателями у самцов сканблэк

Группа животных	МТБШ	ОГЗЛ	ОГПР	МЛ	МС	МЛ+МС	МП
Контроль	0,816	0,710	0,721	0,557	0,714	0,676	0,648
1	0,884	0,790	0,773	0,409	0,666	0,571	0,656
2	0,765	0,657	0,705	0,674	0,758	0,761	0,651
3	0,492	0,333	0,180	0,172	0,398	0,302	0,337
4	0,603	0,281	0,636	0,218	0,689	0,493	0,610

Взаимосвязь длины тела с другими морфометрическими показателями выражена меньше, чем у массы тела без шкурки. Наименьшее влияние длина тела оказывает на массу лёгких, при этом наиболее выражена данная тенденция у самцов, консолидированных по массе тела (группы 3 и 4), а степень корреляции является слабой (крупные животные).

Длина тела, как и его масса, в высокой степени связана с промерами обхвата груди за лопатками (ОГЗЛ) и по последнему ребру (ОГПР). При этом степень корреляции в контрольной группе показателей ОГЗЛ и ОГПР находится на высоком уровне (табл. 6).

Таблица 6 – Корреляция обхвата грудной клетки с массой внутренних органов у самцов сканблэк

Группа животных	ОГЗЛ/МЛ+МС	ОГЗЛ/ОГПР	ОГПР/МЛ+МС	ОГПР/МП
Контроль	0,687	0,882	0,712	0,721
1	0,628	0,836	0,621	0,810
2	0,732	0,913	0,797	0,685
3	0,403	0,738	0,466	0,548
4	0,182	0,640	0,340	0,585

Наименьшими показателями корреляции с массой внутренних органов, как и в случае с длиной тела, обладают животные, консолидированные по массе тела (3 и 4 группы), при этом у животных, объединённых в 4 группу, масса лёгких и сердца практически не зависит от обхвата груди за лопатками.

В результате проведённых исследований было установлено, что самцы сканблэк в возрасте 7,5 месяцев гомо- и гетерозиготные по гену Джет (N/N, N/+ соответственно) не имеют достоверных различий по величине и массе. Средняя по группе длина тела составила $43,9 \pm 0,33$ см (lim 40–48 см), при этом у гомозиготных $44,1 \pm 0,49$ см и гетерозиготных $43,8 \pm 0,46$ см. Массу тушки выше средней

имеют 42,5 % норки, из них 52,9 % гомозиготные и 47,1 % гетерозиготные. Массу меньше средней имеют 47,5 % самцов, из которых с генотипом N/N – 47,4 %, а с генотипом N/n – 52,6 %.

Также было установлено, что, несмотря на то, что абсолютная масса внутренних органов (лёгкие, сердце, печень) больше у животных с более высокой массой тела, их относительная масса выше у животных с низкой массой. При этом, несмотря на то, что масса тела в высокой степени коррелирует с линейными промерами тела, степень корреляции данных промеров тушки и её массы с массой внутренних органов у норки с низкой массой находится на слабом уровне.

Литература

1. Kowalska D., Gugolek A. Domestication changes and behavioural indicators of fur animal adaptation [in Polish] // Wiadomości Zootechniczne. 2013. R. LI, № 1. С. 31–40.
2. Lisiecki H., Sławoń J. Mink breeding [in Polish]. Warszawa : PWRiL, 1980.
3. Trut L. N. Early canid domestication: the farm-fox experiment // American Scientist. 1999. № 87. P. 160–169.
4. Araki H., Cooper B., Blouin M. S. Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild // Science. 2007. № 318. P. 100–103.
5. Tamlin A. L., Bowman J., Hackett D. F. Separating wild from domestic American mink Neovison vison based on skull morphometrics // Wildlife Biol. 2009. №15. P. 266–277. doi: 10.2981/08-004.
6. Piórkowska M., Kowalska D. Characteristics of farmed and wild populations of American mink [in Polish] // Wiadomości Zootechniczne. 2014. R. LII, № 2. С. 122–129.
7. Kruska D. The effect of domestication on brain size and composition in the mink (Mustela vison) // Journal of Zoology. 1996. № 239. P. 645–661.

References

1. Kowalska D., Gugolek A. Domestication changes and behavioural indicators of fur animal adaptation [in Polish] // Wiadomości Zootechniczne. 2013. R. LI, № 1. С. 31–40.
2. Lisiecki H., Sławoń J. Mink breeding [in Polish]. Warszawa : PWRiL, 1980.
3. Trut L. N. Early canid domestication : the farm-fox experiment // American Scientist. 1999. № 87. P. 160–169.
4. Araki H., Cooper B., Blouin M. S. Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild // Science. 2007. № 318. P. 100–103.
5. Tamlin A. L., Bowman J., Hackett D. F. Separating wild from domestic American mink Neovison vison based on skull morphometrics // Wildlife Biol. 2009. № 15. P. 266–277. doi: 10.2981/08-004.
6. Piórkowska M., Kowalska D. Characteristics of farmed and wild populations of American mink [in Polish] // Wiadomości Zootechniczne. 2014. R. LII, № 2. С. 122–129.
7. Kruska D. The effect of domestication on brain size and composition in the mink (Mustela vison) // Journal of Zoology. 1996. № 239. P. 645–661.

8. Kruska D.C.T., Sidorovich V. E. Comparative allometric skull morphometrics in mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) of Canadian and Belarus origin; taxonomic status // *Mammalian Biology*. 2003. № 68. P. 257–276.
9. Morphometric parameters slaughtering young mink / V. I. Trukhachev, A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, T. I. Antonenko // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. T. 7, № 2. P. 344–349.
10. Morphometric parameters of the internal organs male and female scan-dinavian shorthair mink on the Northern Caucasus / A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, V. V. Mikhailenko, R. A. Tsygansky // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. T. 8, № 6. P. 503–508.
11. Гладиллов Ю. И., Ясная С. С. Конференция по клеточному пушному звероводству на Тверской земле // *Кролиководство и звероводство*. 2012. № 4. С. 6–13.
12. Joergensen G. Mink production. Denmark : Scientifur, 1985. 399 p.
13. Effect of feeding level on morphometries and commodity indices mink fur / V. I. Trukhachev, A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, N. A. Parshina, E. Yu. Telegina // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. T. 7. № 3. P. 2330–2333.
14. Морфометрические показатели норки в зависимости от породы / А. А. Ходусов, М. Е. Пономарева, В. И. Коноплев, Н. А. Диджокайте // *Вестник АПК Ставрополя*. 2018. № 4 (34). С. 79–83.
8. Kruska D.C.T., Sidorovich V. E. Comparative allometric skull morphometrics in mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) of Canadian and Belarus origin; taxonomic status // *Mammalian Biology*. 2003. № 68. P. 257–276.
9. Morphometric parameters slaughtering young mink / V. I. Trukhachev, A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, T. I. Antonenko // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. T. 7, № 2. P. 344–349.
10. Morphometric parameters of the internal organs male and female scan-dinavian shorthair mink on the Northern Caucasus / A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, V. V. Mikhailenko, R. A. Tsygansky // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017. T. 8, № 6. P. 503–508.
11. Gladilov Yu. I., Yasnaya S. S. Conference on cellular fur farming on Tver land // *Rabbit breeding and animal husbandry*. 2012. № 4. P. 6–13.
12. Joergensen G. Mink production. Denmark : Scientifur, 1985. 399 p.
13. Effect of feeding level on morphometries and commodity indices mink fur / V. I. Trukhachev, A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, N. A. Parshina, E. Yu. Telegina // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016. T. 7. № 3. P. 2330–2333.
14. Morphometric indicators of minks depending on the breed / A. A. Khodusev, M. E. Ponomareva, V. I. Konoplev, N. A. Digokaite // *Agrarian Bulletin of Stavropol Region*. 2018. № 4 (34). P. 79–83.

УДК 631.445.52:633.31/.37

DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-21-26

Дата поступления статьи в редакцию:

01.12.2021 г.

А. А. Беловолова, Н. В. Громова, Е. В. Голосной

Belovolova A. A., Gromova N. V., Golosnoy E. V.

СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ СОРТОВАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ

SALINITY TOLERANCE OF GRAIN LEGUMES AND THEIR VARIETAL VARIABILITY

Засоленные чернозёмы Ставропольского края обладают неблагоприятными свойствами, снижающими продуктивность растений. На территории края преобладают хлоридно-сульфатный, сульфатный и сульфатно-хлоридный типы засоления почв. Степень засоления колеблется от слабой 0,1 % до сильной 1,4 % и более.

В районах распространения солонцеватых чернозёмов в роли угнетающих факторов выступают как недостаточное увлажнение, так и высокие температуры в сочетании с суховеями. Зернобобовые культуры характеризуются неодинаковой реакцией на засоление, которое проявляется начиная с прорастания семян. Большой устойчивостью к солевому воздействию среди исследованных зернобобовых культур характеризуется чина. В пределах каждой культуры имеются сорта различной степени солеустойчивости, которые характеризуются неодинаковым угнетением ростовых параметров. При этом проявляется сортовая разнокачественность в пределах изучаемых культур.

Бобовые культуры, в отличие от злаковых, подвержены влиянию не только засоления, но и других неблагоприятных факторов среды. Это является одной из причин их невысоких и нестабильных по годам урожаев и валовых сборов. Несмотря на восприимчивость к условиям среды, зернобобовые культуры, в целях решения производственных и агротехнических задач, широко возделываются в различных зонах страны, в том числе и в районах засоленных земель. Недостаточно исследованными остаются вопросы их сравнительной солеустойчивости и возделывания на засоленных почвах.

Зернобобовые культуры характеризуются неодинаковой реакцией на засоление, которое проявляется начиная с прорастания семян. Так, при 0,5 % NaCl число проросших семян чины составило 63,3 %, гороха – 25,0 и нута – 31,0 %.

Ключевые слова: засоленные почвы, зернобобовые культуры, горох, чина, нут, устойчивость, всхожесть, семена.

Saline chernozems of the Stavropol Territory have unfavorable properties that reduce plant productivity. On the territory of the region, chloride-sulfate, sulfate and sulfate-chloride types of soil salinization prevail. Salinity ranges from low 0.1 % to strong 1.4 % and more.

In areas where solonchic chernozems are distributed, both insufficient moisture and high temperatures in combination with dry winds act as oppressive factors. Pulses are characterized by unequal response to salinity, which manifests itself beginning with seed germination. The rank is characterized by a higher resistance to salt effects among the studied leguminous crops. Within each crop, there are varieties of varying degrees of salt tolerance, which are characterized by unequal inhibition of growth parameters. At the same time, varietal diversity is manifested within the limits of the studied crops.

Legumes, in contrast to cereals, are influenced not only by salinity, but also by other unfavorable environmental factors. This is one of the reasons for their low and unstable harvests and gross harvests. Despite the susceptibility to environmental conditions, leguminous crops, in order to solve production and agrotechnical problems, are widely cultivated in various zones of the country, including in areas of saline lands. The issues of their comparative salt tolerance and cultivation on saline soils remain insufficiently studied.

Pulses are characterized by unequal response to salinity, which manifests itself beginning with seed germination. So, at 0.5 % NaCl, the number of germinated seeds of the rank was 63.3 %, of peas – 25.0 and chickpeas – 31.0 %.

Key words: saline soils, legumes, peas, rank, chickpea, resistance, germination, seeds.

Беловолова Алла Анатольевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
РИНЦ SPIN-код: 9536-8942
г. Ставрополь
Тел.: 8-903-418-50-12
E-mail: belovolova.alla@mail.ru

Громова Наталья Викторовна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
РИНЦ SPIN-код: 6115-5740
г. Ставрополь
Тел.: 8-903-445-79-37
E-mail: nikolenko0812@mail.ru

Belovolova Alla Anatolievna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Departments of Agrochemistry and Plant Physiology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
RSCI SPIN-code: 9536-8942
Stavropol
Tel.: 8-903-418-50-12
E-mail: belovolova.alla@mail.ru

Gromova Natalia Viktorovna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Departments of Agrochemistry and Plant Physiology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
RSCI SPIN-code: 6115-5740
Stavropol
Tel.: 8-903-445-79-37
E-mail: nikolenko0812@mail.ru

Голосной Евгений Валерьевич –
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий
кафедрой агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
РИНЦ SPIN-код: 9886-2593
г. Ставрополь
Тел.: 8-962-456-24-86
E-mail: golosnoi@mail.ru

Golosnoy Evgeny Valerievich –
Candidate of Agricultural Sciences,
Head of the Departments of Agrochemistry
and Plant Physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
RSCI SPIN-code: 9886-2593
Stavropol
Tel.: 8-962-456-24-86
E-mail: golosnoi@mail.ru

В решении задач по увеличению производства растениеводческой продукции важная роль принадлежит повышению эффективности использования малопродуктивных земель, к категории которых относятся засоленные почвы.

В черноземной зоне Ставропольского края засоленные почвы занимают площадь 691 тыс. га, или 21 % территории. На территории края преобладают хлоридно-сульфатный, сульфатный и сульфатно-хлоридный типы засоления почв. Степень засоления колеблется от слабой 0,1 % до сильной 1,4 % и более [1, 2].

Засоленность обуславливает ингибирование процессов первоначального прорастания семян, замедляет темпы роста и развития растений. При этом проявляется сортовая разнокачественность в пределах изучаемых культур [3, 4].

Бобовые культуры, в отличие от злаковых, в сильной степени подвержены влиянию не только засоления, но и других неблагоприятных факторов среды. Это является одной из причин их невысоких и нестабильных по годам урожаев и валовых сборов. Несмотря на восприимчивость к условиям среды, зернобобовые культуры в целях решения производственных и агротехнических задач широко возделываются в различных зонах страны, в том числе и в районах засоленных земель. Вместе с тем недостаточно исследованными остаются вопросы их сравнительной солеустойчивости и возделывания на засоленных почвах [5].

Зернобобовые культуры характеризуются неодинаковой реакцией на засоление, которое проявляется начиная с прорастания семян. Так, при 0,5 % NaCl число проросших семян чины составило 63,3 %, гороха – 25,0 и нута – 31,0 %.

Учитывая относительно высокую солеустойчивость чины и возможность ее возделывания

на засоленных почвах в чистых и смешанных с кормовыми культурами посевах, в дальнейших исследованиях наибольшее внимание уделялось данной культуре.

В основу исследований были положены лабораторные, вегетационные опыты с целью выяснения влияния типов засоления, ингибирующих на процессы первоначального прорастания семян.

В лабораторных исследованиях изучалось влияние засоления на процессы прорастания семян, осуществлялась диагностика их солеустойчивости путем проращивания в гипертонических растворах натриевых солей. В серии лабораторных и вегетационных опытов в растворах NaCl проращивались семена гороха, чины и нута. Исследованию подвергались несколько сортов чины (табл. 1). Наибольшие различия проявлялись при средних концентрациях соли.

Уровни и типы засоления создавались путем добавления в почву хлоридов и сульфатов в неодинаковых количествах и соотношениях.

В вегетационных опытах, проводившихся в водных и почвенных культурах по общепринятым методикам (Миллер, 1973), изучались вопросы минерального питания растений при засолении, сравнительной солеустойчивости культур и сортов, а также их реакция на разнокачественное засоление.

В целях приближения условий прорастания семян к естественному засолению, кроме проращивания их в чистых растворах хлорида натрия, применялись и варианты с совместным внесением в среду проращивания семян NaCl и Na₂SO₄ в равных соотношениях.

При малых концентрациях солей наибольшая всхожесть была отмечена у чины Степная 287 и гороха Уладовский 303 (табл. 2).

Таблица 1 – Влияние на всхожесть семян зернобобовых культур (%)

Культура, сорт	Контроль (вода)	NaCl, %					
		0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Чина – Степная 287	100	97,0	88,0	76,0	69,3	33,0	8,0
Чина – Кинельская	98,0	96,0	88,5	76,0	66,5	40,0	7,0
Чина – Красноградская	99,0	97,5	89,0	76,0	66,0	34,5	9,5
Чина – Краснодарская 33	99,0	96,5	80,0	55,5	44,5	23,0	0
Чина – Белянка	99,5	94,5	76,5	40,0	14,0	10,0	0
Чина – Степная 21	95,0	88,0	72,0	30,0	14,0	11,0	0
Горох – Уладовский 303	96,5	93,0	50,0	36,0	25,0	23,5	0
Нут – Совхозный 14	98,5	69,0	66,0	39,5	31,0	23,0	4,5

Таблица 2 – Всхожесть семян зернобобовых культур в засоленной среде (%)

Культура, сорт	Концентрация солей (NaCl+H ₂ SO ₄), %						
	Контроль (вода)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Горох – Уладовский 303	96,5	70,0	46,5	36,0	25,0	0,3	0
Нут – Совхозный 14	98,5	66,0	39,5	31,0	23,0	4,5	0
Чина – Степная 287	100,0	38,0	76,0	27,0	23,0	4,0	0
Чина – Степная 21	95,0	72,0	30,0	14,0	11,0	0	0

В опытах, где создавались различные типы засоления, было выявлено, что относительно повышенная устойчивость к засолению является особенностью сорта Степная 287. Преобладание хлоридов в солевом составе почвы приводило к сокращению всех параметров роста, что особенно выражалось у нута и гороха, тогда как воз-

растание концентраций хлоридно-сульфатного засоления до 0,8 % мало сказывалось на линейном росте культур, что свидетельствует о малой токсичности сульфатов. Под воздействием солей в большей степени угнетается листовая поверхность, и влияние сульфатно-хлоридного засоления при этом выражено заметнее (табл. 3).

Таблица 3 – Рост зернобобовых культур при разнокачественном засолении почвы (засоление 0,8 %, вегетационный опыт, 30-дневные растения)

Культура, сорт	Тип засоления	Высота растений		Площадь листьев на одно растение		Длина корня		Сухая масса 10 растений	
		см	%	см ²	%	см	%	г	%
Горох – Уладовский 303	Контроль	66	100	116	100	18	100	3,4	100
	Хлоридно-сульфатный	62	93,9	109	93,9	16	88,9	3,2	94,1
	Сульфатно-хлоридный	32	48,5	48	41,4	9	50,0	1,2	35,3
Нут – Совхозный 14	Контроль	41	100	27	100	15	100	2,3	100
	Хлоридно-сульфатный	39	95,1	26	96,3	13	86,6	2,2	95,6
	Сульфатно-хлоридный	22	53,6	10	37,0	10	66,6	1,1	47,8
Чина – Степная 287	Контроль	63	100	56	100	24	100	2,0	100
	Хлоридно-сульфатный	57	90,5	37	66,0	16	66,6	2,1	105
	Сульфатно-хлоридный	47	82,4	28	50,0	13	54,2	1,7	85,0
Чина – Степная 21	Контроль	53	100	51	100	22	100	2,0	100
	Хлоридно-сульфатный	40	75,5	28	54,9	9	40,9	1,7	85,0
	Сульфатно-хлоридный	32	60,4	19	37,2	7	7,31	0,8	40,0

Наиболее объективным критерием уровня солеустойчивости растений следует считать способность их к формированию урожая биологической массы при высоких концентрациях засоления. На этот показатель, как видно из таблицы 3, более угнетающее влияние также оказало преобладание хлоридов.

Испытанные культуры и сорта проявляют неодинаковое отношение отдельных вегетативных органов к засолению. У всех сортов чины накопление сухой массы корнями угнеталось в большей мере в сравнении с надземной массой (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние NaCl на рост гороха и чины (засоление 0,6 %, вегетационный опыт, фаза цветения)

Культура, сорт	Вариант	Сухая масса надземной части		Сухая масса корней		Отношение надземная часть/корень	Число клубеньков, шт.
		г	%	г	%		
Чина – Степная 287	Контроль	0,30	100	0,29	100	1,03	25
	Засоление	0,24	80	0,18	62,0	1,33	20
Чина – Степная 21	Контроль	0,37	100	0,25	100	1,48	22
	Засоление	0,21	56,7	0,12	48,0	1,75	13
Чина – Кинельская 7	Контроль	0,31	100	0,25	100	1,24	15
	Засоление	0,24	77,4	0,13	52,0	1,84	13
Чина – Красноградская 1	Контроль	0,31	100	0,26	100	1,19	22
	Засоление	0,25	80,6	0,14	53,8	1,78	15
Горох – Уладовский 303	Контроль	0,44	100	0,19	100	2,31	14
	Засоление	0,30	68,2	0,10	52,6	3,00	8

В силу большего угнетения корневой системы отношение надземной массы к массе корней увеличивалось и при 0,6 % NaCl по сортам чины колебалось от 1,33 (Степная 287) до 1,84 (Кинельская 7). У гороха это отношение достигало 3,0. Наибольшее сокращение числа клубеньков на корнях также отмечено у чины Степ-

ная 21 и у гороха, характеризующихся слабой солеустойчивостью.

Учеты параметров роста и структуры урожая у сортов чины показали, что наибольшему угнетению при засолении почвы подвергается урожай семян и в меньшей мере угнетается линейный рост растений (табл. 5).

Таблица 5 – Структура урожайности сортов чины при засолении почвы (засоление 0,6 %, вегетационный опыт, в расчете на 10 растений)

Сорт	Вариант	Высота растений, см	Масса растений, г	Бобов, шт.	Семян, шт.	Масса семян	
						г	%
Степная 287	Контроль	30	64	113	207	35,9	100
	Засоление	27	36	66	120	15,8	44,0
Степная 21	Контроль	34	79	104	170	36,6	100
	Засоление	29	35	51	78	13,6	37,1
Кинельская 7	Контроль	41	70	187	203	35,0	100
	Засоление	37	45	89	104	15,7	44,8
Красноградская 1	Контроль	45	78	122	250	40,1	100
	Засоление	36	41	73	117	15,9	39,6
Белянка	Контроль	39	71	103	161	34,1	100
	Засоление	28	34	46	77	11,1	32,5

Выращивание чины до уборочной зрелости в условиях 0,6 % засоления NaCl показало, что солевыносливые сорта оказались урожайнее других. Так, сорта Степная 287 и Кинельская 7 снизили урожай зерна, по сравнению с контролем, на 56,0 и 55,2 %, в то время как Степная 21 – на 62,9 % и Красноградская 1 – на 60,4 %.

Исследованные сорта чины можно подразделить на две группы:

- наиболее солеустойчивые – Степная 287, Кинельская 7, Красноградская 1;

- наименее солеустойчивые – Степная 21, Белянка.

Как нам представляется, солеустойчивость растений может характеризоваться и реакцией их на внезапное внесение летальных концентраций солей. В этой связи изучался характер реагирования растениями, произрастающими на незасоленной и засоленной почвах, на внесение 1 % натриевых солей (табл. 6).

Таблица 6 – Реакция растений, произрастающих без засоления, на внесение 1 % NaCl и Na₂SO₄ (вегетационный опыт, фаза бутонизации)

Культура, сорт	Соль	Состояние растений через часов	
		24	72
Горох – Уладовский 303	NaCl	Полная гибель	–
	Na ₂ SO ₄	Некрозы на листьях	Отмирание верхних листьев, рост продолжается
Нут – Совхозный	NaCl	Потеря тургора, некрозы на листьях	Полная гибель
	Na ₂ SO ₄	Растения поникли, пожелтение листьев нижних и средних ярусов	Полная потеря тургора, пожелтение всех листьев, рост прекращен
Чина – Степная 287	NaCl	Частичная потеря тургора	Гибель 50 % растений
	Na ₂ SO ₄	Признаки завядания	50 % растений с признаками солеотравления
Чина – Степная 21	NaCl	Полное завядание, некрозы на всех листьях	Полная гибель
	Na ₂ SO ₄	Полное завядание, явные признаки солеотравления	Полная гибель

Как показывают результаты наблюдений, приведенных в таблице 6, через 24 часа после внесения происходила полная гибель гороха, а у чины и нута отмечены только симптомы солеотравления.

Солеотравление, выразившееся в потере тургора листьев и их некротировании, у чины

Степная 287 проявляется слабее по сравнению с сортом Степная 21 и другими культурами. Через 72 часа на хлоридном засолении наступила полная гибель нута и чины Степная 21, а у чины Степная 287 отмечена гибель 50 % растений. Сернокислый натрий в тех же концентрациях

оказывал менее выраженное влияние и солеотравление у растений проявляется значительно позже, чем при воздействии хлористым натрием, что подтверждает большую токсичность хлоридов.

Одновременно изучалась реакция на внесение NaCl и Na₂SO₄ у растений, произрастающих на почве с 0,3 % хлоридным и сульфатным засолением. В фазу бутонизации в почву вегетационных сосудов были внесены NaCl и Na₂SO₄ по 1 % от массы абсолютно сухой почвы. Результаты описания состояния растений свидетельствуют о том, что реакция растений зависит от свойств соли, условий произрастания и биологических особенностей растений (табл. 7).

Наибольшую устойчивость к дополнительному засолению проявили растения, произраставшие на хлоридном засолении, а на фоне сульфатного засоления растения весьма чув-

ствительны к хлоридам. Обычно растения этих вариантов погибали через 16–18 часов после дополнительного внесения солей. Через 72 часа только у чины Степная 287 на фоне хлоридного засоления и при дополнительном внесении NaCl продолжались ростовые процессы, у остальных культур происходило полное солеотравление и прекращение роста.

Анализ результатов наблюдений за состоянием зернобобовых культур после солевого воздействия при их произрастании на незасоленной и засоленной почвах свидетельствует о наличии сопряженности между уровнем солеустойчивости и интенсивностью ростовых процессов у растений после дополнительного внесения солей. Растения, характеризующиеся относительно высокой солеустойчивостью после внесения солей, сохраняют способность к поддержанию ростовых процессов.

Таблица 7 – Реакция растений, произрастающих на засоленном фоне на дополнительное внесение 1 % NaCl (вегетационный опыт, фаза бутонизации)

Культура, сорт	Вариант	Состояние растений через часов	
		24	72
Горох – Уладовский 303	Хлоридное засоление + NaCl	Завядание 50 % растений, некротирование листьев	Отмирание верхних листьев, рост прекращен
	Сульфатное засоление + NaCl	Гибель через 18 часов	–
Нут – Совхозный 14	Хлоридное засоление + NaCl	Верхушки поникли, некрозы, пожелтение листьев	Полная потеря тургора, рост прекращен
	Сульфатное засоление + NaCl	Гибель через 16 часов	–
Чина – Степная 287	Хлоридное засоление + NaCl	Частичная потеря тургора, некротирование листьев	Растения поникли, рост продолжается
	Сульфатное засоление + NaCl	Гибель через 24 часа	–
Чина – Степная 21	Хлоридное засоление + NaCl	Полная потеря тургора, отмирание листьев	Гибель 70 % растений, рост прекращен
	Сульфатное засоление + NaCl	Гибель через 16 часов	–

Солеотравление, выразившееся в потере тургора листьев и их некротировании, у чины Степная 287 проявляется слабее по сравнению с сортом Степная 21 и другими культурами. Наибольшую устойчивость к дополнительному засолению проявили растения, произраставшие на хлоридном засолении, а на фоне сульфатного засоления растения весьма чувствительны к хлоридам.

Результаты наблюдений за состоянием зернобобовых культур после солевого воздействия при их произрастании на незасоленной и засоленной почвах свидетельствуют о наличии сопряженности между уровнем солеустойчивости и интенсивностью ростовых процессов у растений после дополнительного внесения солей.

Таким образом, большей устойчивостью к солевому воздействию среди исследованных зернобобовых культур характеризуется чина. Однако в пределах каждой культуры имеются сорта различной степени солеустойчивости, которые характеризуются неодинаковым угнетением ростовых параметров. При изменяющихся уровнях засоления почвы варьирует относительная урожайность зернобобовых культур. На слабозасоленной почве (0,13–0,21 %) более высокие урожаи дает горох, где он превосходит нут и чину соответственно на 2,7 и 3,4 ц/га. На почвах с большей засоленностью (0,42–0,49 %) чина превышает горох на 2,5 ц/га и продуктивность снижается по ряду: чина, нут, горох.

Литература

1. Беловолова А. А., Громова Н. В. Влияние засоленных почв на урожайность зерна озимой пшеницы // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. тр. по материалам V Международной научной конференции. Ставрополь, 2017. С. 198–199.

References

1. Belovolova A. A., Gromova N. V. Influence of saline soils on productivity of grain of winter wheat // Evolution and degradation of soil cover : collection of scientific papers based on the materials of the V International Scientific Conference. Stavropol, 2017. P. 198–199.

2. Беловолова А. А. Формирование урожайности озимой пшеницы на среднесоленых почвах // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. статей по матер. IV Междунар. науч. конф. / СтГАУ. Ставрополь, 2015. С. 175–178.
3. Дорожко Г. Р., Власова О. И., Цховребов В. С. Развитие земледелия Ставрополя // Эволюция и деградация почвенного покрова : сб. науч. статей по матер. V Междунар. науч. конф. / СтГАУ. Ставрополь, 2017. С. 249–251.
4. Агеев В. В., Подколзин А. И. Длительные стационары – основа теории и практики агрохимии // Агрохимический вестник. 2005. № 4. С. 5–7.
5. Динамика содержания цинка в почвах Ставропольского края / А. И. Подколзин, А. Ю. Олейников, М. С. Сигида, А. В. Воскобойников // Агрохимический вестник. 2018. № 4. С. 51–54.
2. Belovolova A. A. Formation of productivity of winter wheat on medium saline soils // Evolution and degradation of soil cover : collection of scientific articles based on the materials of the IV International Scientific Conference / SSAU. Stavropol, 2015. P. 175–178.
3. Dorozhko G. R., Vlasova O. I., Tskhovrebov V. S. Development of agriculture in the Stavropol region // Evolution and degradation of the soil cover : collection of scientific articles based on the materials of the IV International Scientific Conference / SSAU. Stavropol, 2017. P. 249–251.
4. Ageev V. V., Podkolzin A. I. Long-term hospitals – the basis of the theory and practice of agrochemistry // Agrochemical bulletin. 2005. № 4. P. 5–7.
5. Dynamics of zinc content in soils of the Stavropol Region / A. I. Podkolzin, A. Yu. Oleinikov, M. S. Sigida, A. V. Voskoboinikov // Agrochemical Bulletin. 2018. № 4. P. 51–54.

УДК 633.853.52:631.559(470.630)
DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-27-31

Дата поступления статьи в редакцию:
20.10.2021 г.

А. Н. Есаулко, О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов

Esaulko A. N., Shabaldas O. G., Pimonov K. I.

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

YIELD AND QUALITY OF SOYBEAN GRAIN GROWN IN SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE STAVROPOL UPLAND

Биологические особенности сои ограничивают ареал распространения культуры и затрудняют производство высококачественного зерна, используемого для глубокой переработки. Дана оценка зависимости урожайности и качества зерна сои, сорта которой относятся к скороспелой, раннеспелой среднеспелой группам спелости. Цель исследований – оценка влияния суммы активных температур и выпадающих за вегетационный период осадков на продолжительность вегетационного периода, урожайность и качество зерна сои. Было установлено, что продолжительность вегетационного периода у скороспелых сортов сои составила 108–109, у раннеспелых – 114–120, у среднеспелых – 127–130 дней. Самым урожайным за три года исследований оказался сорт из раннеспелой группы – Парус, по урожайности он превзошёл стандарт Дуар на 0,29 т/га. Содержание белка в зерне сои в зависимости от сорта находилось в пределах от 35,9 (сорт Селекта 101) до 41,9 % (сорт Дуар). Колебания по содержанию в зерне сои растительного жира в зависимости от группы спелости составили от 19,3 (сорт Лира) до 22,8 % (сорт Весточка). Максимальный сбор белка с единицы площади получен при выращивании раннеспелого сорта Парус – 0,672 т/га, а сбор растительного жира при выращивании среднеспелого сорта Зара – 0,389 т/га.

Ключевые слова: вегетационный период, активная температура, осадки, урожайность зерна, содержание белка, содержание растительного жира.

The biological features of soybeans limit the area of distribution of the crop and make it difficult to produce high-quality grain used for deep processing. An assessment of the dependence of the yield and grain quality of soybeans is given, the varieties of which belong to the early maturing, early-maturing mid-maturity groups of ripeness. The purpose of the research is to assess the effect of the sum of active temperatures and precipitation during the growing season on the duration of the growing season, yield and quality of soybean grain. It was found that the duration of the growing season in early ripening soybean varieties was 108–109, in early ripening – 114–120, in mid-ripening 127–130 days. The most productive for three years of research was the variety from the early maturing group – Parus, in terms of yield, it surpassed the Duar standard by 0.29 t/ha. The protein content in soybean grain, depending on the variety, ranged from 35.9 % (variety Selecta 101) to 41.9 % (variety Duar). Fluctuations in the content of vegetable fat in soybean grain, depending on the ripeness group, ranged from 19.3 (Lira variety) to 22.8 % (Vestochka variety). The maximum collection of protein per unit area was obtained when growing the early-maturing variety Parus – 0.672 t/ha, and the collection of vegetable fat when growing the mid-season variety Zara – 0.389 t/ha.

Key words: growing season, active temperature, precipitation, grain yield, protein content, vegetable fat content.

Есаулко Александр Николаевич –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, декан факультетов агробиологии и земельных ресурсов, экологии и ландшафтной архитектуры, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 5497-6339
Тел.: 8-962-400-41-95
E-mail: aesaulko@yandex.ru

Шабалдас Ольга Георгиевна –

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент базовой кафедры общего земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7835-9355
Тел.: 8-909-760-70-47
E-mail: shabaldas-olga@mail.ru

Пимонов Константин Игоревич –

доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и садоводства ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Esaulko Aleksandr Nikolaevich –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Faculty of Agrobiology and Land Resources, Ecology and Landscape Architecture, Professor of Department of Agrochemistry and Plant Physiology FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 5497-6339
Tel.: 8-962-400-41-95
E-mail: aesaulko@yandex.ru

Shabaldas Olga Georgievna –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department General Agriculture, Crop Production and Breeding FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University» Stavropol
RSCI SPIN-code: 7835-9355
Tel.: 8-909-760-70-47
E-mail: shabaldas-olga@mail.ru

Pimonov Konstantin Igorevich –

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Plant Growing and Horticulture FSBEI HE «Don State Agrarian University»

пос. Персиановский, Ростовская область
РИНЦ SPIN-код: 4929-4883
Тел.: 8-928-775-31-87
E-mail: konst.pimonov@yandex.ru

Persianovsky settlement, Rostov region
RSCI SPIN-code: 4929-4883
Tel.: 8-928-775-31-87
E-mail: konst.pimonov@yandex.ru

Соя культурная (*Glycine max (L) merrill*) относится к теплолюбивым и влаголюбивым культурам короткого дня. Биологические особенности позволяют расширять географию возделывания сои за счёт создания новых пластичных сортов, относящихся к экотипам: северному, дальневосточному и южному [1–4].

Все сорта сои, по утверждению В. Б. Енке-на (1959), в зависимости от реакции на продолжительность светового дня подразделяются на 4 группы, реагируют: очень слабо, слабо, средне и сильно [5].

Современные сорта сои, кроме основных физиологических особенностей, позволяющих формировать стабильный урожай, должны обладать способностью противостоять отрицательным абиотическим факторам, а также отзываться на создание оптимальных условий за счёт совершенствования технологических приёмов возделывания [6, 7].

В основе продуктивности растений лежит фотосинтез, интенсивность которого в большей степени зависит от агрометеорологических параметров, таких как температура воздуха и количество выпавших за вегетацию осадков [8, 9]. В зависимости от группы спелости качественные показатели в зерне технической культуры сильно зависят от сорта и обмена веществ культуры. В зерне бобовых культур белок начинает накапливаться на 10–15 дней раньше, чем наблюдается синтез жирных кислот [10]. Основная особенность в прохождении физиологических процессов у сортов сои, относящихся к скороспелой группе, – в фазу налива зерна преобладание синтеза белка над синтезом растительных жиров. При глубокой переработке такого зерна, выход растительного жира, как правило, в 2 раза меньше, чем растительного белка. Для синтеза и накопления жирных кислот существенную роль играет температурный режим, который оптимальным оказывается во время роста и развития сортов, относящихся к среднеспелой группе. У сортов сои, относящихся к позднеспелой группе, на накопление растительных белка и жира отрицательно влияют низкие температуры, которые колеблются от 10 до 15 °С. При низкой среднесуточной температуре воздуха в растениях преобладает распад белка и прекращение синтеза жирных кислот [11–14]. Целью наших исследований являлась оценка влияния суммы активных температур больше 10 °С и выпадающих за вегетационный период осадков на продолжительность вегетационного периода, урожайность и качество зерна сои.

Соя высевалась после озимой пшеницы на опытной станции Ставропольского ГАУ. Почвенный покров представлен черноземом выще-

лоченным. Объекты исследований – сорта сои скороспелой группы: Лира и Селекта 101, Бара; раннеспелой группы: Дуар, Селекта 201, Парус, Кора, Дуниза; среднеспелой группы: Вилана, Селекта 302, Весточка, Зара. В качестве стандартов для соответствующей группы спелости использовались: Лира (St1), Дуар (St2) и Вилана (St3).

Агротехнические мероприятия проводились в соответствии с рекомендациями по возделыванию сои в богарных условиях [15]. После уборки предшественника почва обрабатывалась бороной дисковой тяжелой БДТ-6. После отрастания сорняков использовался агрегат комбинированный АКМ-3,6. Весной при наступлении физической спелости почва обрабатывалась культиватором КП-7,0. Посев проводился сеялкой СН-16 П. Уборка зерна сои и учёт урожая осуществлялся комбайном Terrior 2010. Закладка опытов, учёт и наблюдения осуществлялись в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТ [16–19]. Математическую обработку цифровых данных выполняли с использованием программы Excel.

В среднем за три года исследований в межфазный период растений сои «всходы – начало цветения» выпало 67,9 мм осадков, сумма активных температур при этом варьировала в зависимости от группы спелости от 692,3 °С до 733,9 °С. В последующие межфазные периоды отмечены отличия как в количестве выпадающих осадков, так и в сумме активных температур в зависимости от группы спелости. В межфазный период «начало цветения – конец цветения» для скороспелых сортов отмечено выпадение осадков в количестве 62,9, раннеспелых и среднеспелых – 58,3 мм. В межфазный период от конца цветения до физиологического созревания количество осадков варьировало в пределах от 43,8 (скороспелые сорта) до 88,5 (среднеспелые сорта) мм при сумме активных температур, увеличивающейся от 1082,2 до 1281,8 °С. Показатель увлажнённости (ГТК) в среднем за три года в условиях Ставропольской возвышенности наиболее высокий для всех групп спелости отмечен в межфазный период «всходы – начало цветения» – 0,9–1,0, в период «начало цветения – конец цветения» он оставался на таком же уровне для скороспелой группы, для раннеспелой и среднеспелой групп он снижался до 0,8. Во второй половине вегетации гидротермический коэффициент снижался до 0,4 (скороспелая группа) и до 0,8 (раннеспелая и среднеспелая группы).

В среднем за три года исследований у скороспелых сортов Лира, Селекта 101 и Бара продолжительность вегетационного периода составила 108–109, у раннеспелых сортов Дуар, Селекта 201–120, Парус, Дуниза – 116, Кора – 114 дней (рис. 1).

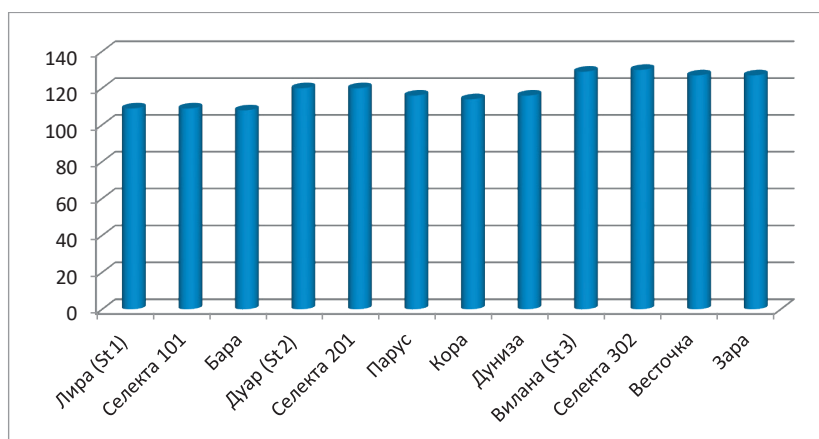


Рисунок 1 – Продолжительность вегетационного периода сортов сои, дн., среднее за 2017–2019 гг.

Среднеспелые сорта имели наиболее продолжительный вегетационный период – Селекта 302 – 130, Вилана – 129, Весточка и Зара – 127 дней. За вегетационный период скороспелых сортов сои выпало 174,5 мм при сумме активных температур 2418,3 °С, раннеспелых – 204,8 мм при сумме активных температур

2602,0 °С, среднеспелых – 214,7 мм, сумма активных температур составила 2775,9 °С. Гидротермический коэффициент при возделывании сортов сои различных групп спелости наиболее высоким был в 2017 году, для скороспелой и раннеспелой групп он равнялся 1,0, а для среднеспелой – 0,9 (рис. 2).

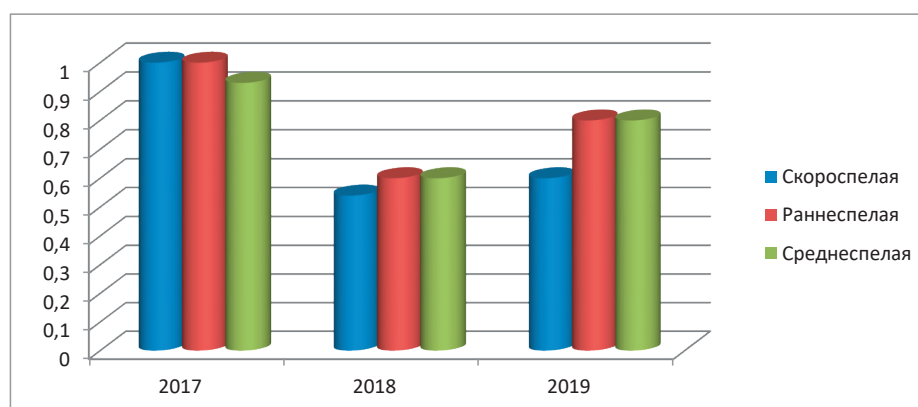


Рисунок 2 – Гидротермический коэффициент при возделывании сортов сои, среднее за 2017–2019 гг.

В 2019 году в зависимости от группы спелости он находился в пределах от 0,9 (скороспелая группа) до 0,8 (раннеспелая и среднеспелая группы), наименее благоприятно для роста и развития растений при складывались условия в 2018 году, коэффициент увлажнения для

скороспелой группы составил 0,5, для раннеспелой и среднеспелой групп – 0,6.

Урожайность сои значительно отличалась от выращиваемого сорта и метеорологических условий года (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зерна сортов сои, среднее за 2017–2019 гг., т/га

Сорт	Год			Средняя	+ (-) к стандарту	
	2017	2018	2019		т/га	%
Ли́ра (St1)	1,73	1,45	1,60	1,59	–	–
Селекта 101	1,69	1,39	1,54	1,54	–0,05	–3,2
Бара	1,56	1,32	1,49	1,45	–0,14	–6,3
Дуар (St2)	1,84	1,53	1,70	1,69	–	–
Селекта 201	1,80	1,70	1,76	1,75	+0,06	+3,5
Парус	2,27	1,80	1,88	1,98	+0,29	+17,1
Кора	2,18	1,64	1,79	1,87	+0,18	+10,6
Дуни́за	1,70	1,50	1,63	1,61	–0,08	–4,8
Вилана (St3)	1,82	1,74	1,78	1,78	–	–

Продолжение

Сорт	Год			Средняя	+ (-) к стандарту	
	2017	2018	2019		т/га	%
Селекта 302	1,77	1,61	1,72	1,70	-0,08	-5,5
Весточка	1,99	1,79	1,87	1,88	+0,10	+5,6
Зара	1,95	1,90	1,96	1,94	+0,16	+8,9
НСР ₀₅	0,12	0,10	0,13	-	-	-

В течение 2017–2019 гг. в группе скороспелых сортов стандартом Ли́ра получена наибольшая урожайность, в среднем за три года она составила 1,59 т/га. Сорта Селекта 101 и Бара уступали стандарту на 0,05–0,14 т/га.

В группе среднеспелых сортов достоверная прибавка урожая по сравнению со стандартом Дуар (St2) получена новыми перспективными сортами – Парус и Кора, которая варьировала в зависимости от года исследований от 1,80 до 2,27 (сорт Парус) и от 1,64 до 2,18 т/га. Сорта Весточка и Зара выделились по урожайности в среднеспелой группе, в среднем за три года их урожайность была больше стандарта Вилана (St3) на 0,10–0,16 т/га. Максимальная урожайность получена раннеспелым сортом Парус – 1,98 т/га.

Содержание белка в зерне сои в среднем за три года было достаточно высоким и в зависимости от сорта находилось в пределах от 35,9 до 41,9 % (табл. 2).

Высокое содержание белка отмечено в зерне сортов: Дуниза – 39,4, Кора – 39,5 и Дуар – 41,9 %. Содержание растительного жира в зерне сои варьировало в зависимости от сорта от 19,3 до 22,8 %. У сортов Весточка и Зара в зерне накапливалось наибольшее количество растительного жира – от 22,3 до 22,8 %. Максимальный сбор белка с единицы площади получен при выращивании раннеспелого сорта Парус – 0,672 т/га, а сбор растительного жира при выращивании среднеспелого сорта Зара – 0,389 т/га.

В результате исследований, проведенных в 2017–2019 гг., было установлено, что продолжительность вегетационного периода у скороспе-

лых сортов сои составила 108–109, у раннеспелых – 114–120, у среднеспелых – 127–130 дней.

Таблица 2 – Качество зерна сои и сбор белка и растительного жира, среднее за 2017–2019 гг.

Сорт	Содержание, %		Сбор, т/га	
	белка	растительного жира	белка	растительного жира
Ли́ра (St1)	36,6	19,3	0,523	0,276
Селекта 101	35,9	19,9	0,497	0,275
Бара	37,4	19,8	0,488	0,258
Дуар (St2)	41,9	22,1	0,637	0,336
Селекта 201	37,6	21,4	0,592	0,337
Парус	37,7	21,0	0,672	0,355
Кора	39,5	21,9	0,665	0,368
Дуниза	39,4	21,4	0,571	0,310
Вилана (St3)	37,5	20,7	0,600	0,332
Селекта 302	37,9	21,1	0,579	0,323
Весточка	36,2	22,8	0,612	0,386
Зара	37,8	22,3	0,660	0,389

Наибольшая урожайность в группе скороспелых сортов получена сортом Ли́ра – 1,59, раннеспелых – сортом Парус – 1,98 и среднеспелых – сортом Зара – 1,94 т/га. Содержание белка в зерне сои в зависимости от сорта варьировало от 35,9 до 41,9 %. Высокое содержание белка отмечено в зерне сортов: Дуниза – 39,4, Кора – 39,5 и Дуар – 41,9 %. Содержание растительного жира в зерне сои в зависимости от сорта находилось в пределах от 19,3 до 22,8 %.

Литература

1. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Лукомец В. М. Соя на Кубани / под общ. ред. В. М. Лукомца. Краснодар : ООО «Бизнес-Групп», 2009. 321 с.
2. Продуктивность сортов сои различных групп спелости в условиях восточной зоны Краснодарского края / О. Г. Шабалдас, Н. И. Зайцев, К. И. Пимонов [и др.] // Земледелие. 2019. № 7. С. 38–40. DOI:10.24411/0044-3913-2019-10710.
3. Шабалдас О. Г., Пимонов К. И., Зайцев Н. И. Реакция сортов сои различных групп спелости на абиотические факторы в условиях восточной зоны Краснодарского края // Аграрный научный журнал. 2021. № 10. С. 67–72.
4. Щегоретц О. В. Соеводство. Благовещенск : Зея, 2002. 432 с.

References

1. Baranov V. F., Kochegura A. V., Lukomets V. M. Soya in the Kuban / edited by V. M. Lukomets. Krasnodar : LLC «Business Group», 2009. 321 p.
2. Productivity of soybean varieties of different ripeness groups in the eastern zone of Krasnodar Region / O. G. Shabaldas, N. I. Zaitsev, K. I. Pimonov [et al.] // Agriculture. 2019. № 7. P. 38–40. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10710.
3. Shabaldas O. G., Pimonov K. I., Zaitsev N. I. Reaction of soybean varieties of different ripeness groups to abiotic factors in the eastern zone of Krasnodar Territory // Agrarian research journal. 2021. № 10. P. 67–72.
4. Shchegorets O. V. Soy production. Blagoveshchensk : «Zeya», 2002. 432 p.

5. Енкен В. Б. Соя. М. : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1959. 653 с.
6. Сеферова И. В., Булах П. П. Результаты изучения образцов сои на Дальневосточной опытной станции ВИР в 1990–2017 гг. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (4). С. 59–65.
7. Головина Е. В., Зотиков В. И. Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ. Орел : Изд-во «Картуш», 2019. 318 с.
8. Головина Е. В., Зеленев А. А. Физиологические особенности сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях ЦЧР // Аграрная наука. 2020. № 343 (11). С. 89–96. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-52-6>.
9. Зеленцов С. В., Мoshненко Е. В. Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения белка в семенах (сообщение 1) // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. Всерос. НИИ масличных культур. 2016. № 2 (166). С. 34–41.
10. Селекционно-генетическое улучшение сои по биохимическим признакам / А. В. Кочегура, С. В. Зеленцов [и др.] // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. Всерос. НИИ масличных культур. 2005. № 2 (133). 24–35.
11. Ермолина О. В., Антонов С. И., Короткова О. В. Изменение качества семян сои в процессе селекции на Дону // Зерновое хозяйство России. 2011. № 6. С. 20–28.
12. Ojo D. K., Adebisi M. A., Tijani B. O. Influence of environment on protein and oil contents of soybeans seed (*Glycine max* (L.) Merrill) // Global J. Agric. Sci. 2002. № 1(1). С. 27–32. DOI 10.4314/gjass.v1i1.2199.
13. Белолубцев А. И., Сенников В. А. Биоклиматический потенциал экосистем. М. : РГАУ-МСХА, 2012. 160 с.
14. Влияние погодно-климатических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе / Л. Ю. Новикова, И. В. Сеферова, А. Ю. Некрасов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22 (6). С. 708–715. DOI 10.18699/VJ18.414).
15. Системы земледелия Ставрополя : монография / под общ. ред. А. А. Жученко. Ставрополь : АГРУС, 2011. С. 429–433.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
17. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / под общ. ред. М. А. Федина. М. : Колос, 1985. 264 с.
18. GOST 10846–91. Grain and products of its processing. Method of determination squirrel. Enter. 1993-06-01. М. : ИПК Publishing house of standards, 2001. 9 p.
19. GOST 10857–64. Oil seeds. Methods for determination of oil content. 1964-07-01. М. : Standartinform, 2010. 6 p.
5. Enken V. B. Soya. M. : State Publishing House of agricultural literature, 1959. 653 s.
6. Seferova I. V., Bulakh P. P. Results of studying soybean samples at the Far East Experimental Station VIR in 1990–2017 // Works on applied botany, genetics and selection. 2019. № 180 (4). P. 59–65.
7. Golovina E. V., Zotikov V. I. Production process and adaptive responses to abiotic factors of soybean varieties of the northern ecotype in the Central Black Earth region of the Russian Federation. Orel : publishing house «Cartouche», 2019. 318.
8. Golovina E. V., Zelenov A. A. Physiological features of northern ecotype soybean varieties cultivated in the Central Black Earth region // Agrarian Science. 2020. № 343 (11). P. 89–96. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-343-11-52-6>.
9. Zelentsov S. V., Moshnenko E. V. Prospects for breeding high-protein soybean varieties: modeling the mechanisms of increasing protein in seeds (communication 1) // Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2016. № 2 (166). P. 34–41.
10. Selection and genetic improvement of soybeans by biochemical characteristics / A. V. Kochegura, S. V. Zelentsov [et al.] // Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds. 2005. № 2 (133). P. 24–35.
11. Ermolina O. V., Antonov S. I., Korotkova O. V. Changes in the quality of soybean seeds in the process of breeding on the Don // Grain farm in Russia. 2011. № 6. P. 20–28.
12. Ojo D. K., Adebisi M. A., Tijani B. O. Influence of environment on protein and oil contents of soybeans seed (*Glycine max* (L.) Merrill) // Global J. Agric. Sci. 2002. № 1(1). С. 27–32. DOI 10.4314/gjass.v1i1.2199.
13. Belolyubtsev A. I., Sennikov V. A. Bioclimatic potential of ecosystems. M. : Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy, 2012. 160 p.
14. Influence of weather and climatic conditions on the content of protein and oil in soybean seeds in the North Caucasus / L. Yu. Novikova, I. V. Seferova, A. Yu. Nekrasov [et al.] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. № 22 (6). P. 708–715. DOI 10.18699/VJ18.414).
15. Agricultural systems of the Stavropol region: monograph / under total. ed. A. A. Zhuchenko. Stavropol : AGRUS, 2011. P. 429–433.
16. Dospekhov B. A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., add. and revised. M. : Agropromizdat, 1985. 351 p.
17. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Iss. 1. General part / under the general ed. M. A. Fedina. M. : Kolos, 1985. 264 p.
18. GOST 10846–91. Grain and products of its processing. Method of determination squirrel. Enter. 1993-06-01. M. : IPK Publishing house of standards, 2001. 9 p.
19. GOST 10857–64. Oil seeds. Methods for determination of oil content. 1964-07-01. M. : Standartinform, 2010. 6 p.

О. Ю. Лобанкова, К. Б. Исмаилов, М. В. Селиванова**Lobankova O. Yu., Ismailov K. B., Selivanova M. V.**

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПОДКОРМКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУКА РЕПЧАТОГО В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZING ON THE PRODUCTIVITY OF ONIONS UNDER IRRIGATION CONDITIONS IN THE ARID ZONE

В условиях засушливой зоны Ставропольского края в полевом опыте получены данные о положительном влиянии подкормок, вносимых путём фертигации, на продуктивность гибридов лука репчатого. Среднее количество осадков, выпавших за 2019/20 сельскохозяйственный год, было 255,8 мм, что от многолетней нормы составляет 55 %, а за 2020/21 год – 411,8 мм – от нормы 89 %. Целью исследований было изучение влияния подкормок минеральными удобрениями на урожайность и качество продукции гибридов лука репчатого на каштановых почвах в условиях капельного орошения. Действие подкормок изучалось на фоне основного и припосевного удобрения. Планирование, закладка опыта и наблюдения в нём проводились согласно принятым в овощеводстве методикам. Приведены данные по исследованию влияния минеральных удобрений на отдельные элементы структуры урожая, товарность продукции, продуктивность лука. Применение минеральных удобрений в подкормку улучшало все элементы структуры урожая испытываемых гибридов относительно контрольных вариантов, где система заключалась лишь в основном и припосевном удобрении, и обеспечило наибольшую густоту стояния растений гибрида Флагман F1 88 шт/кв. м, с прибавкой к контролю 7 шт/кв. м, а у гибрида Дункан F1 – 85 шт/кв. м, прибавка составила 5 шт/кв. м, а это 6,3 и 8,6 % соответственно. Максимальные по массе головки лука были получены у гибрида Флагман F1 – 174 г в варианте с подкормками, это на 12 г выше контрольного варианта. Меньший показатель у гибрида Дункан F1 – 154 г с прибавкой к контролю 13 г. Прибавка в массе луковицы на вариантах $N_{200}P_{160}K_{180}$ составила 9,2 % по гибриду Дункан F1, 7,4 % – по гибриду Флагман F1. Минеральные подкормки увеличивали высоту растений лука на 6,0–6,9 см. Наибольшую разницу по высоте растений с контрольным вариантом показал гибрид Дункан F1 (12,8 %). Диаметр шейки луковиц гибрида Дункан F1 в период максимального развития зелёной части достигал на фоне подкормок 16,2 мм, что на 5,9 % выше контрольного варианта, у гибрида Флагман F1 этот показатель был равен 18,1 мм, или выше контроля на 7,1 %. Изучаемые гибриды имели выход товарной продукции более 90 %. Применение минеральных удобрений в подкормке способствовало повышению процента товарности готовой продукции. Увеличение относительно контроля составило 6–8 %. На вариантах опыта с подкормками урожайность лука репчатого была выше на 22,5–30,0 %, чем на фоновой системе удобрения. Итоги изучения могут быть применены при уточнении доз минеральных удобрений в подкормку гибридов лука репчатого на орошении.

Ключевые слова: лук репчатый, минеральные удобрения, подкормка, фертигация, гибриды лука, товарность продукции, структура урожая, урожайность.

In the conditions of the arid zone of the Stavropol Territory, data on the positive effect of fertilizing introduced by fertigation on the productivity of onion hybrids were obtained in the field experiment. The average amount of precipitation for the 2019/20 agricultural year was 255.8 mm, which is 55 % of the long-term norm, and for 2020/21 – 411.8 mm – 89 % of the norm. The aim of the research was to study the effect of fertilizing with mineral fertilizers on the yield and product quality of onion hybrids on chestnut soils under drip irrigation. The effect of top dressing was studied against the background of the main and seed fertilizer. Planning, laying of experience and observations in it were carried out according to the methods adopted in vegetable growing. The use of mineral fertilizers in top dressing improved all elements of the crop structure of the tested hybrids relative to the control variants, where the system consisted only of the main and seed fertilizer, and provided the highest density of standing plants of the Flagship F1 hybrid 88 pcs/sq. m, with an increase of 7 pcs/sq. m to the control, and the Duncan F1 hybrid 85 pcs/sq. m, the increase was 5 pcs/sq. m, which is 6.3 and 8.6 %, respectively. The maximum onion heads by weight were obtained from the Flagship F1 hybrid – 174 g in the version with top dressing, this is 12 g higher than the control version. The lower indicator for the Duncan F1 hybrid is 154 g with an increase of 13 g to the control. The increase in bulb weight on the $N_{200}P_{160}K_{180}$ variants was 9.2 % for the Duncan F1 hybrid, 7.4 % for the Flagship F1 hybrid. Mineral fertilizing increased the height of onion plants by 6.0–6.9 cm. The greatest difference in plant height with the control variant was shown by the hybrid Duncan F1 (12.8 %). The diameter of the neck of the bulbs of the Duncan F1 hybrid during the period of maximum development of the green part reached 16.2 mm, which is 5.9 % higher than the control variant, in the Flagship F1 hybrid this indicator was 18.1 mm, or 7.1 % higher than the control. The studied hybrids had a marketable output of more than 90 %. The use of mineral fertilizers in top dressing contributed to an increase in the percentage of marketability of finished products. The increase relative to the control was 6–8 %. In the variants of the experiment with top dressing, the yield of onion was 22.5–30.0 % higher than in the background fertilizer system. The results of the study can be applied when clarifying the doses of mineral fertilizers in the fertilizing of onion hybrids on irrigation.

Key words: onion, mineral fertilizers, fertilizing, fertigation, onion hybrids, marketability of products, crop structure, yield.

Лобанкова Ольга Юрьевна –

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7223-7222
Тел.: 8-906-472-83-75
E-mail: kristall.ya@yandex.ru

Lobankova Olga Yurievna –

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor of the Department
of Agrochemistry and Plant Physiology
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7223-7222
Tel.: 8-906-472-83-75
E-mail: kristall.ya@yandex.ru

Исмаилов Кемран Биналиевич –
магистрант факультета агробиологии
и земельных ресурсов
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
Тел.: 8-928-300-99-91

Селиванова Мария Владимировна –
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры производства и переработки
продуктов питания из растительного сырья
ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
аграрный университет»
г. Ставрополь
РИНЦ SPIN-код: 7243-3618
Тел.: 8-903-441-22-32
E-mail: seliwanowa86@mail.ru

Ismailov Kemran Binalievich –
Master's student of the Faculty
of Agrobiology and Land Resources
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
Tel.: 8-928-300-99-91

Selivanova Maria Vladimirovna –
Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department
of Food Production and Processing
from Vegetable Raw Materials
FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»
Stavropol
RSCI SPIN-code: 7243-3618
Tel.: 8-903-441-22-32
E-mail: seliwanowa86@mail.ru

По климатическим и почвенным условиям Ставропольский край является потенциальным производителем и экспортером репчатого лука. Однако отсутствие чётких рекомендаций для засушливой зоны и инженерных сетей орошения сдерживают сельхозпроизводителей от расширения площадей под этой культурой [1, 2].

Важная роль в решении данной проблемы принадлежит осуществлению непрерывного обеспечения населения качественной и разнообразной овощной продукцией, в том числе репчатым луком. К тому же луковые культуры являются хорошим предшественником для сельскохозяйственных культур других ботанических семейств, что важно для региона, в котором преобладающими культурами являются зерновые хлеба [3].

Исследования проводились на территории ИП Глава КФХ Исмаилов С. Б. в Советском городском округе Ставропольского края в 2020 и 2021 гг.

Среднее количество осадков, выпавших за 2019/20 сельскохозяйственный год, было 255,8 мм, что от многолетней нормы составляет 55 %, а за 2020/21 год – 411,8 мм – от нормы 89 %. Среднегодовая температура воздуха в период исследований была выше среднегодовой нормы на 0,2–1 °С.

Каштановые почвы хозяйства бедны гумусом, глубина гумусового горизонта 27 см, а глубина обрабатываемого слоя 22 см. Низкое содержание гумуса объясняется малым поступлением органических остатков растений в почву и незначительным уровнем увлажнения. По содержанию подвижных форм питательных веществ почвы характеризуются следующими показателями: обеспеченность нитратным азотом – повышенная, подвижным фосфором – средняя, обменным калием – высокая. Щелочная реакция почвенного раствора благоприятствует развитию растений репчатого лука, так как данная культура предъявляет высокие требования к плодородию почвы и требует реакции почвенного раствора на уровне 6,7–7,4.

Изучение влияния минерального питания проводилось на двух гибридах репчатого лука, наиболее распространённых в овощеводческих хозяйствах Советского городского округа: Дункан F1 (производитель Holland Seeds, Голландия) и Флагман F1 (оригинатор: ООО 'АГРОХОЛДИНГ).

Схема опыта (варианты минерального питания растений):

1. Контроль $N_{80}P_{80}K_{80}$ (основное $N_{48}P_{48}K_{48}$, припосевное $N_{32}P_{32}K_{32}$).
2. $N_{200}P_{160}K_{160}$ (основное $N_{48}P_{48}K_{48}$, припосевное $N_{32}P_{32}K_{32}$, подкормки (суммарно) $N_{120}P_{80}K_{80}$).

Повторность опыта трёхкратная с систематическим размещением вариантов схемы опыта. Площадь делянки 0,2 га.

Поливы проводились 1 раз в 2 дня при отсутствии осадков. Поливы, обеспечивающие необходимое постоянное увлажнение почвы, обеспечивались капельным орошением, монтаж которого осуществлялся одновременно с посевом. Гряды состояли из 8 строчек. В каждое междурядье закладывались 2 ленты для капельного орошения таким образом, чтобы они обеспечивали полив 4 строчек (по 2 с каждой стороны). Вода для полива и питательный раствор набирались в резервуары. Каждая повторность и контрольный вариант представляли собой площадь, захватываемую одним резервуаром. Суммарное водопотребление посевов рассчитывалось методом водного баланса, поливные нормы – по методике А. Н. Костякова (2014) [4].

На норму воды влияет фаза роста и развития растений лука. В период всходов требуется на 1 м² не менее 3 л воды, в начале формирования луковиц – до 5 л/м². С начала созревания головок необходимо 10 л воды. Капельное орошение отключали за 3 недели до планируемой уборки урожая [5].

Урожай любой сельскохозяйственной культуры, в том числе лука, составляется из отдельных элементов, каждый из которых имеет значимость.

Важнейшим фактором, который будет определять в дальнейшем общую урожайность, да и

структуру урожая в целом, является густота посевов. Изреженные посевы снижают общую продуктивность. Уплотнение посевов увеличивает урожайность, но и приводит к уменьшению размера луковиц за счёт конкуренции растений за влагу, питание, площадь распространения корней и солнечный свет. В характеристиках изучаемых гибридов лука Дункан F1 и Флагман F1 указано, что растения выдерживают загущённость посадки. В условиях опыта этот факт был подтверждён.

В посевах лука необходимо создавать такую густоту стояния растений и обеспечивать та-

кую влажность почвы, которые при оптимальном сочетании других факторов обеспечивали бы максимальный выход в первую очередь крупных луковиц с минимальной долей в структуре урожая мелкой фракции.

Данные таблицы показывают, что применение минеральных удобрений в период вегетации увеличивало все показатели структуры урожая гибридов лука по сравнению с контрольным вариантом, где использовалось только основное и припосевное удобрение.

Таблица – Влияние системы удобрения на структуру растений и элементы структуры урожая лука репчатого (среднее за 2020, 2021 гг.)

Показатель	Дункан F1		Флагман F1	
	Контроль N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₂₀₀ P ₁₆₀ K ₁₈₀	Контроль N ₈₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₂₀₀ P ₁₆₀ K ₁₈₀
Масса луковицы, г	141	154	162	174
Густота растений, шт/м ²	80	85	81	88
Высота растений, см	54,1	61,0	58,5	62,4
Число листьев на ложном стебле, шт.	5,2	5,8	7,0	7,4
Длина листа, см	47,6	53,9	52,1	55,4
Длина неокрашенного ложного стебля, см	6,5	7,1	6,4	7,0
Диаметр неокрашенного ложного стебля, мм	15,3	16,2	16,9	18,1
Диаметр луковицы, см	7,3	8,6	7,4	9,0

Анализ структуры урожая позволяет понять, за счёт каких именно элементов был сформирован повышенный урожай (густота посевов или крупность луковиц).

Густота стояния растений лука находилась в пределах 80–88 шт/м² (рис. 1). На контроле данный показатель на обоих гибридах составлял 80–81 шт/м², на вариантах с подкормками у гибрида Флагман F1 мы отметили наибольшую густоту стояния – 88 шт/м², с прибавкой к контролю 7 шт/м², у гибрида Дункан F1 – 85 шт/м², прибавка составила 5 шт/м², а это 6,3 и 8,6 % соответственно.



Рисунок 1 – Густота стояния растений лука репчатого Дункан F1 (оригинальный)

С применением удобрений также увеличилась масса луковицы. Максимальные по массе головки лука были получены у гибрида Флагман F1 – 174 г в варианте с подкормками, это на 12 г выше контрольного варианта. Меньший показатель отмечен у гибрида Дункан F1 – 154 г с прибавкой к контролю 13 г. Прибавка в массе луковицы на вариантах N₂₀₀P₁₆₀K₁₈₀ составила 9,2 % по гибриду Дункан F1, 7,4 % – по гибриду Флагман F1. Необходимо сказать о том, что небольшая выборка луковиц Флагман F1 величиной 1,5 % от общего урожая показала рекордную массу головки – 180–210 г. Можно сделать заключение о том, что рост урожайности лука Дункан F1 происходил за счёт оптимальной густоты посевов, а у гибрида Флагман F1 урожай возрос за счёт влияния подкормок на массу луковиц.

Высота растений, бесспорно, обусловлена генетическими особенностями сорта или гибрида. Но условия произрастания также непосредственно влияют на рост и развитие растений. В опыте фактором единственного различия являлись нормы минеральных удобрений, которые увеличивали высоту растений лука на 6,0–6,9 см. Наибольшую разницу по высоте растений с контрольным вариантом показал гибрид Дункан F1 (12,8 %). У гибрида Флагман F1 растения с варианта с подкормками были выше контрольного варианта на 27,8 %. В данном случае несомненна роль азота, вносимого с поливами.

При высокой температуре воздуха перо лука быстрее усыхает и растение может попадать в недогон. Это возможно и при уменьшении относительной влажности воздуха ниже 50 %.

Для лука порея диаметр и длина неокрашенной части ложного стебля важны с точки зрения использования в пищу именно этой части растения, а у репчатого лука обуславливают скорость подсыхания вегетативной надземной части, что влияет на сроки созревания и, следовательно, сроки уборки. В аспекте длины неокрашенной части стебля показатели обоих изучаемых гибридов были примерно равными – в среднем по 7 см.

Диаметр шейки луковиц гибрида Дункан F1 в период максимального развития зелёной части достигал на фоне подкормок 16,2 мм, что на 5,9 % выше контрольного варианта, у гибрида Флагман F1 был равен 18,1 мм, или выше контроля на 7,1 %.

Важным фактором урожайности является одновременность выхода растений из фазы покоя, что приводит ко времени уборки к снижению нестандарта и отхода. У гибрида Дункан F1 недогона к уборке оказалось 0,3 %, у гибрида Флагман F1 – 0,2 %.

Обсуждаемые элементы структуры урожая репчатого лука в опыте показывают, что нельзя выделить один из гибридов, имеющий на фоне подкормок более интенсивное развитие, чем другой, так как формирование структуры урожая лука происходило под влиянием подкормок на разные сортовые особенности.

Минеральные удобрения подкормок с большой долей азотных положительно влияли на товарность лука, увеличение относительно контроля составило у гибрида Дункан F1 8 %, у гибрида Флагман F1 – 6 %. Диаметр головок лука в опыте соответствовал первому товарному сорту у обоих гибридов (рис. 2).

ГОСТ 34306–2017 устанавливает, что размер луковиц по наибольшему поперечному диаметру должен быть в этой категории не менее 4 см. Оба гибрида этому требованию соответствовали. Доля головок лука с диаметром менее 4 см составляла 2,4 % в массовом выражении (по ГОСТ – не более 3 %).



Рисунок 2 – Луковицы первого товарного сорта (оригинальный)

В период уборки 2020 года весь объем урожая лука соответствовал первому товарному сорту. В 2021 году в связи с дождливой погодой со второй половины августа уборка лука была растянута по времени и часть урожая отнесена ко второму товарному сорту, поскольку позже 15 сентября массовая доля луковиц Флагман F1 с недостаточно высушенной шейкой достигала 4 % (по ГОСТ до 5 %), луковиц с длиной высушенной шейки более 5 см – 7 % [6].

Наиболее высокий выход товарной продукции отмечен в варианте с гибридом Дункан F1 – товарность 90–98 %.

Поскольку нельзя допускать высыхания зоны почвы с корнями, то даже при дефиците воды допускается сокращение норм полива, но ни в коем случае нельзя растягивать интервалы между поливами. В нашем исследовании при выращивании лука репчатого на капельном орошении минеральное питание сыграло ключевую роль в росте и развитии культуры, а также количестве урожая на обоих гибридах (рис. 3).

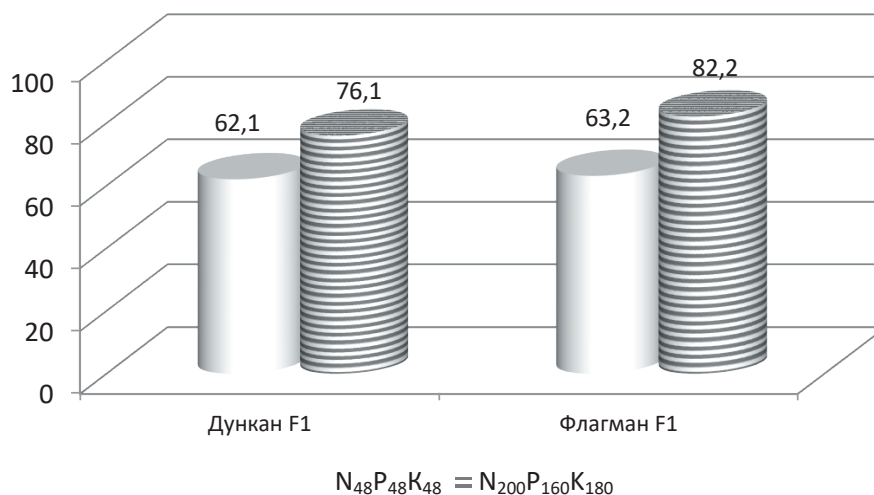


Рисунок 3 – Влияние минеральных удобрений на урожайность гибридов лука, т/га (среднее за 2020, 2021 гг.) (НСР₀₅ = 0,43 т/га)

На вариантах с подкормками урожайность лука репчатого была выше на 22,5–30,0 %. Минимальную прибавку 14 т/га обеспечил гибрид Дункан F1, его урожайность составила 62,1 и 76,1 т/га. Максимальная прибавка 19 т/га была получена у гибрида Флагман F1 и составила 19 т/га.

К увеличению урожайности на капельном поливе приводит активное развитие корневой системы. При этом почва сохраняет структуру, не уплотняется, корневая система обеспечена воздухом. Одновременно с поливом в зону корней доставляются питательные вещества. Фунгициды и инсектициды вносятся с поливной водой, это даёт возможность сократить их нормы, рабочий раствор расходуется эффективнее, чем при дождевании или опрыскивании. Перо

лука реже намокает при доставке воды под корень, чем при осадках, поэтому снижается риск развития листовых болезней.

Таким образом, применение высоких норм удобрений при выращивании лука репчатого при капельном орошении в засушливой зоне Ставропольского края способствовало получению высокого уровня товарности и урожайности.

Главная задача исследований состояла в том, чтобы на основе экспериментальных данных создать аргументированные предложения по увеличению продуктивности лука репчатого. Итоги изучения могут быть использованы в дальнейшем для уточнения доз минеральных удобрений в подкормку различных гибридов лука репчатого на орошении и для разных погодных условий.

Литература

1. Выращивание лука репчатого [Электронный ресурс] // Агропромышленный портал АГРАРИЙ. URL: <https://agrarii.com/vyraschivanie-luka-repchatogo/> (дата обращения 1.11.2021).
2. Селиванова М. В., Сигида М. С., Есаулко Н. А. Влияние удобрений и биологически активных веществ на продуктивность лука репчатого // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : сб. науч. тр. по материалам 81-й науч.-практ. конф. (Ставрополь, 12–15 апреля 2016 г.) / ООО «СЕКВОЙЯ». Ставрополь, 2016. С. 145–147.
3. Лобанкова О. Ю., Исмаилов К. Б. Влияние минеральных удобрений на биохимический состав лукович гибридов лука репчатого // Новое слово в науке. Молодежные чтения – 2021 : сб. науч. тр. по материалам Всероссийской науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 15–17 сентября 2021 г.) / ООО «СЕКВОЙЯ». Ставрополь, 2021. С. 185–189.
4. Костяков А. Н. Основы мелиораций. М. : Книга по Требованию, 2014. 746 с.
5. Бородычев В. В., Казаченко В. С. Режим орошения и продуктивность репчатого лука // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 2. С. 31–33.
6. Исмаилов К. Б., Лобанкова О. Ю., Агеев В. В. Влияние минеральных удобрений на товарность плодов гибридов лука репчатого // Новое слово в науке. Молодежные чтения – 2021 : сб. науч. тр. по материалам Всероссийской науч.-практ. конф. (г. Ставрополь, 15–17 сентября 2021 г.) / ООО «СЕКВОЙЯ». Ставрополь, 2021. С. 118–122.

References

1. Growing onions [Electronic resource] // Agro-industrial portal AGRARII. URL: <https://agrarii.com/vyraschivanie-luka-repchatogo/> (accessed date 01.11.2021).
2. Selivanova M. V., Sigida M. S., Esaulko N. A. Influence of fertilizers and biologically active substances on the productivity of onions // Modern resource-saving innovative technologies of cultivation of agricultural crops in the North Caucasus Federal District : dedicated to the 85th anniversary of Doctor of Agricultural Sciences, Professor Tulpanov Vadim Ivanovich : collection of scientific works based on the materials of the 81st scientific-practical conference (Stavropol, April 12–15, 2016) / LLC «SEQUOIA». Stavropol, 2016. P. 145–147.
3. Lobankova O. Yu., Ismailov K. B. Influence of mineral fertilizers on the biochemical composition of onion hybrids // New word in science. Youth readings – 2021 : collection of scientific word based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical conference (Stavropol, September 15–17, 2021) / LLC «SEQUOIA». Stavropol, 2021. P. 185–189.
4. Kostyakov A. N. Basics of reclamation. M. : Book on Demand, 2014. 746 p.
5. Borodychev V. V., Kazachenko V. S. Irrigation regime and onion productivity // Land reclamation and water management. 2015. № 2. P. 31–33.
6. Ismailov K. B., Lobankova O. Yu., Ageev V. V. Influence of mineral fertilizers on the marketability of onion hybrids // New word in science. Youth reading – 2021 : collection of scientific word based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical conference (Stavropol, 15–17 September 2021) / LLC «SEQUOIA». Stavropol, 2021. P. 118–122.

УДК 634.11:631.52
DOI: 10.31279/2222-9345-2021-10-43-37-40Дата поступления статьи в редакцию:
04.10.2021 г.**А. Н. Садыгов**

Sadigov A. N.

СЕЛЕКЦИЯ ЯБЛОНИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

APPLE BREEDING IN AZERBAIJAN

Приведены результаты многолетних исследований по урожайности, товарным качествам и биохимическим показателям различных перспективных и районированных в Губа-Хачмазской зоне сортов яблони селекции Научно-исследовательского института плодоводства и чаеводства Министерства сельского хозяйства Азербайджана. Установлен комплекс основных хозяйственно-биологических показателей яблони, определяющих товарность и вкусовые качества плодов новых селекционных сортов различного срока созревания.

В 2010–2020 годах урожайность исследуемых сортов менялась в зависимости от сортовой принадлежности и природно-климатических условий года. Так, средняя урожайность летних сортов Нигяр и Фахима менялась от 150 ц/га до 163 ц/га соответственно. Средняя урожайность осеннего сорта Марфа составила 160 ц/га, а для зимних сортов Давамлы и Ульви этот показатель колебался от 145 ц/га до 195 ц/га.

Масса плода летнего сорта Фахима составила в среднем 137 г (макс. 143 г), сорта Нигяр – 138 г (макс. 140 г), осеннего сорта Марфа – 160 г (макс. 163 г). У зимних сортов яблони масса плода менялась от 137 г до 215 г (макс. 145–225 г). Объем плодов варьировал в пределах 140–314 см³, а плотность – 0,53–0,97 г/см³. Вкус плодов оценен 4,0–5,0 баллами.

Изучение совокупности признаков, характеризующих высокие показатели плодов, такие как товарность, вкус и биохимический состав и т.д., позволило выделить новые селекционные сорта яблони Ульви, Эмиль, Гызыл Тадж, Эльвин, Сульх, Хазар, Севиндж и Садаф.

В 2009 году были районированы сорта яблони Губинское зимнее, Губинское осеннее, Севиндж, Эльвин, в 2020 году сорт Зумруд. В настоящее время данные сорта возделываются в интенсивных садах плодоводческих регионов республики.

Ключевые слова: яблоня, сорта, селекция, урожайность, биохимический состав плодов, Азербайджан.

The article presents the results of many years of research on the yield, commercial qualities and biochemical indicators of various promising and zoned apple varieties in the Guba-Khachmaz zone of the selection of the Scientific Research Institute of Fruit and Tea Growing of the Ministry of Agriculture of Azerbaijan. A set of basic economic and biological indicators of apple trees has been established that determine the marketability and taste qualities of fruits of new breeding varieties of various maturation periods.

In 2010–2020, the yield of the studied varieties varied depending on the varietal affiliation and climatic conditions of the year. Thus, the average yield of summer varieties Nigyar and Fahima varied from 150 c/ha to 163 c/ha, respectively. The average yield of the autumn variety Marfa was 160 c/ha, and for the winter varieties Davamly and Ulvi, this indicator ranged from 145 c/ha to 195 c/ha.

The weight of the fruit of the summer variety Fahima averaged 137 g (max. 143 g), the Nigyar variety – 138 g (max. 140 g), the autumn variety Marfa – 160 g (max. 163 g). In winter apple varieties, the fruit weight varied from 137 g to 215 g (max. 145–225 g). The volume of fruits varied between 140–314 cm³, and the density was – 0.53–0.97 g/cm³. The taste of the fruit was rated 4.0–5.0 points.

The study of a set of characteristics characterizing high fruit indicators, such as marketability, taste and biochemical composition, etc. allowed us to identify new breeding varieties of apple trees Ulvi, Emil, Gizil Tadz, Elvin, Sulkh, Khazar, Sevindzh and Sadaf.

Key words: Apple tree, breeding varieties, yield, commercial qualities, chemical composition, Azerbaijan.

Садыгов Аладдин Немат оглы –

доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции плодовых культур Научно-исследовательский институт плодоводства и чаеводства Министерства сельского хозяйства пос. Зардаби, Губинский район, Азербайджан
Тел.: (+994) 50 582-00-27
E-mail: sadikov-56@mail.ru

Sadygov Aladdin Nemat oglu –

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Fruit Crops Breeding Research Institute of Fruit Growing and Horticulture of the Ministry of Agriculture Zardabi settlement, Guba region, Azerbaijan
Tel.: (+994) 50 582-00-27
E-mail: sadikov-56@mail.ru

Многочисленные литературные источники [1–3, 11, 12] свидетельствуют о древнейшем происхождении плодоводства на территории нынешнего Азербайджана. Убедительным доказательством этого является большое многообразие в плодовых насаждениях республики аборигенных сортов, созданных народной селекцией, и селекционных сортов Научно-исследовательского института плодоводства и чаеводства [3].

Площадь плодовых садов в республике из года в год увеличивается. Если в 1921 году

в Азербайджане площадь плодовых насаждений составляла 21 тыс. га, в 1940 – свыше 33 тыс. га, в 1966 году – 72,3 тыс. га, то на начало 2021 года этот показатель составил 215,1 тыс. га [4]. Вместе с тем в настоящее время важной задачей плодоводческой отрасли сельского хозяйства республики является повышение урожайности с единицы площади, что в первую очередь зависит от сортовой принадлежности возделываемой культуры.

Селекционные работы по выведению новых высококачественных и высокоурожайных сортов яблони, отвечающих современным требо-

ваниям, проводились и проводятся в настоящее время в НИИ плодководства и чаеводства Министерства сельского хозяйства Азербайджанской Республики, находящемся на территории Губа-Хачмазской экономической зоны, на долю которой приходится 20 % [4] всех плодовых насаждений страны.

За период 1932–1935 гг. и 1940–1960 гг. в результате селекционных работ с помощью целенаправленных скрещиваний было выделено 5707 гибридов. В итоге упорного труда азербайджанских ученых-селекционеров А. Д. Раджабли, И. М. Ахундзаде, З. А. Гидаятли и М. П. Максимовой [3, 9, 11] было выведено около 50 сортов, среди которых можно выделить сорта Фахима, Гызыл Ширван, Шафран Загатайский, Абшерон алмасы, Ренет азербайджанский, Сона алма, Азербайджанское, Самед Вургун, Насими, Ширмаи алма, Наиль, Губа ренети, Безекли, Мичуринчи, Яшыл алма, Коммунар, Меджлиси, Губалы, Выставочное, Бадамы, Шереф, Шарг, Шафаг и др.

С 1985 года селекционная работа по яблоне была продолжена путем повторной (F_2) гибридизации и скрещивания новых сортов Севиндж, Сульх, Шабран, Фахима, Хазар, Ульви, Ватан, Ньюбар, Махмари, Чыраггала, Давамлы, Эмиль, Эльвин, Марфа, Нигяр, Губинское зимнее, Губинское осеннее, Эльдар, Нуран, Сарван, Гобустан, Зумруд, Гызыл тадж и Садаф.

Основной целью данной работы являлось выведение пригодных для интенсивных садов высокоурожайных сортов с высокими вкусовыми и товарными качествами плодов, разных сроков созревания, устойчивых к болезням и вредителям.

Исследования проводились в селекционных садах НИИ плодководства и чаеводства МСХА.

За время исследований показатель суммы активных температур равнялся 3161,4 °С, количество дней с устойчивой температурой выше +10 °С достигало 185 дней, абсолютный годовой максимум составлял +38 °С, в зимние месяцы температура опускалась не ниже отметки –13,1 °С, а средняя годовая сумма выпавших осадков равнялась 455,0–540,0 мм в год.

Исходным материалом для исследования служили аборигенные и интродуцированные сорта яблонь, а также селекционные сорта НИИ плодководства и чаеводства МСХА, полученные путем повторного скрещивания (F_2).

В ходе исследования основные производственно-биологические признаки определялись по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999) [6]. Урожайность каждого дерева определяли весовым методом. Товарные и потребительские качества плодов определяли на основе измерения объема и веса 100 плодов с выведением среднего показателя, анализов химического состава, визуальной (окраска, внешний вид) и органолептической (дегустация) оценки.

Питательную ценность плодов определяли путем измерения сухого вещества (высушиванием проб в термостате при +100 °С), общей кислотности (титрованием щелочью NaOH с пересчетом на яблочную кислоту), моно- и дисахаридов по Бертрону, витамина С – по Тильмансу (модификация Мурри).

Результаты 10-летних исследований [9, 10] представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Урожайность и качество плодов новых селекционных сортов яблони

Сорт	Созревание	Урожайность, ц/га	Масса плода, г		Объем плода, см ³	Плотность плода, г/см ³	Оценка вкуса, баллов	Выход товарных сортов, %		
			средняя	максимальная				I сорт	II сорт	III сорт
Фахима	летний	163	137	143	140	0,97	4,3	65	27	8
Нигяр	летний	150	138	140	141	0,97	4,2	64	27	9
Сульх	осенний	183	176	184	279	0,63	4,4	81	10	9
Марфа	осенний	160	160	163	243	0,65	4,0	72	21	7
Хазар	зимний	180	166	174	249	0,66	4,4	63	25	12
Ульви	«-----»	195	138	149	141	0,97	4,7	75	20	5
Ватан	«-----»	170	145	155	220	0,65	4,5	73	19	8
Ньюбар	«-----»	155	137	145	140	0,97	4,4	77	18	5
Чырыггала	«-----»	173	154	160	228	0,67	4,5	79	16	5
Давамлы	«-----»	145	154	160	228	0,67	4,3	78	17	5
Эмиль	«-----»	185	153	155	226	0,67	4,7	81	10	9
Эльвин	«-----»	180	155	161	229	0,68	4,7	85	11	4
Губинское осеннее	«-----»	155	164	170	247	0,66	4,4	79	16	5
Губинское зимнее	«-----»	154	160	179	247	0,64	4,3	76	21	3
Севиндж	«-----»	180	148	158	231	0,53	4,8	89	9	2
Шабран	«-----»	175	137	142	140	0,97	4,4	77	18	5
Гобустан	«-----»	170	155	165	230	0,67	4,5	81	10	9

Продолжение

Сорт	Созревание	Урожайность, ц/га	Масса плода, г		Объем плода, см ³	Плотность плода, г/см ³	Оценка вкуса, баллов	Выход товарных сортов, %		
			средняя	максимальная				I сорт	II сорт	III сорт
Зумруд	«-----»	165	155	166	230	0,67	4,5	80	15	5
Гызыл тадж	«-----»	180	159	168	234	0,68	4,8	89	7	4
Эльдар	«-----»	165	141	151	224	0,62	4,9	67	27	6
Махмари	«-----»	185	165	173	243	0,68	4,9	91	9	–
Нуран	«-----»	153	145	153	220	0,66	4,4	73	19	8
Сарван	«-----»	161	154	166	228	0,67	4,3	79	15	6
Садаф	«-----»	185	215	225	314	0,68	5,0	95	5	–

Размер плодов гибридного потомства чаще всего не выходит за пределы размеров плодов исходных сортов [5]. Оценка товарного качества плодов проводилась с учетом определенных критериев, таких как окрас, вкус, аромат, калибр, наличие механических повреждений, степень поражения вредителями и/или болезнями и т. д. [7, 8].

Как видно из таблицы 1, средняя и максимальная масса плодов исследуемых летних селекционных сортов Фахима и Нигяр составила 137–143 г и 138–140 г соответственно. Средняя масса плодов осеннего сорта Марфа составила 160 г, максимальная – 163 г, для сорта Сульх эти показатели составили 176 г и 184 г соответственно. У зимних сортов средняя масса плодов менялась от 137 г (Нюбар, Шабран) до 215 г (Садаф), максимальная – от 142 г (Шабран) до 225 г (Садаф). Наиболее крупноплодными оказались зимние сорта Садаф (215 г), Хазар (166 г) и Махмари (165 г), наиболее мелкоплодными оказались зимние сорта Нюбар (137 г), Шабран (137 г) и Ульви (138 г). Объем плодов варьировал в пределах 140–314 см³, а плотность – 0,53–0,97 г/см³. Вкус плодов оценен 4,0–5,0 баллами.

Выход товарных сортов определен следующим образом: первый сорт – 63–95 %, второй сорт – 5–27 %, третий сорт – 2–12 %. За высокую товарную и потребительскую ценность были выделены сорта: Садаф, Махмари, Гызыл тадж, Севиндж, Эльвин, Эмиль, Сульх, Гобустан и Зумруд.

Для более объективной оценки химического состава исследуемых плодов изучение содержания основных питательных веществ проводилось каждый год (табл. 2). Так, как видно из таблицы 2, количество сухого вещества в фазе потребительской зрелости плодов колебалось от 9,5 % (Садаф) до 12,6 % (Ульви, Гобустан, Махмари). Количество общего сахара менялось от 8,31 % (Садаф) до 10,77 % (Гобустан). Соотношение между сахаром и кислотой варьировало от 11,72 % (Чырагала) до 19,05 % (Сарван, Шабран). А количество аскорбиновой кислоты на 100 г сырого вещества менялось от 3,56 мг (Эльдар, Губинское осеннее) до 6,51 мг (Махмари). Самое высокое содержание аскорбиновой кислоты отмечено в плодах сортов Давамлы (5,41 мг), Эмиль (5,41 мг), Нуран (5,41 мг), Садаф (5,41 мг), Севиндж (5,44 мг), Зумруд (5,51 мг), Сарван (5,51 мг), Эльвин (5,54 мг), Гызыл тадж (5,64 мг), Гобустан (6,21 мг), Ульви (6,41 мг) и Махмари (6,51 мг) (табл. 2).

На основании вышеизложенных результатов исследования можно сделать вывод, что урожайность и качество плодов новых селекционных сортов зависит от биологических особенностей сорта и условий произрастания.

В результате проведенных исследований выделены новые селекционные сорта – носители отдельных хозяйственно ценных признаков. Комплексным сочетанием таких положительных признаков обладают сорта Ульви, Эмиль, Гызыл тадж, Эльвин, Сульх и Хазар, Севиндж и Садаф.

Таблица 2 – Химический состав плодов новых селекционных сортов яблони (%)

Сорт	Сухие вещества	Общие сахара	Кислотность	Сахар / кислота	Витамин С, мг
Фахима	10,9	9,54	0,57	16,73	4,21
Нигяр	10,4	8,95	0,64	13,98	3,91
Губинское осеннее	10,6	8,70	0,53	16,41	3,56
Хазар	11,4	8,67	0,55	15,76	4,51
Ульви	12,6	10,65	0,64	16,64	6,41
Ватан	10,9	9,55	0,63	15,15	4,51
Нюбар	10,9	9,55	0,63	15,15	4,51
Чырыггала	10,6	8,68	0,74	11,72	4,64
Давамлы	11,0	9,45	0,57	16,57	5,41
Эмиль	10,4	8,76	0,61	14,36	5,41
Эльвин	10,8	9,34	0,57	16,38	5,54
Марфа	11,2	8,95	0,64	13,98	3,91
Губинское зимнее	10,9	9,60	0,73	13,15	3,94
Севиндж	11,7	9,21	0,61	15,09	5,44
Сульх	11,6	8,74	0,74	11,81	4,51
Шабран	11,8	10,55	0,55	19,18	4,61
Гобустан	12,6	10,77	0,66	16,31	6,21
Зумруд	11,6	9,93	0,54	18,38	5,51
Гызыл тадж	12,0	9,61	0,63	15,25	5,64
Эльдар	10,6	8,62	0,66	13,06	3,56
Махмари	12,6	8,81	0,50	17,62	6,51
Нуран	12,1	9,87	0,67	14,73	5,41
Сарван	11,6	10,10	0,53	19,05	5,51
Садаф	9,5	8,31	0,51	16,27	5,41

Исследуемые селекционные сорта Эльвин, Губинское зимнее, Губинское осеннее и Севиндж были районированы в 2009 году, сорт

Зумруд – в 2020 году. Данные сорта были рекомендованы для закладки интенсивных садов в Губа-Хачмазской зоне Азербайджана.

Литература

1. Алиев Д. М. Плодоводство. Баку, 1974. С. 127–130.
2. Алиев И. Н. Исторические этапы сельского хозяйства Азербайджана и перспективы его развития. Баку, 2004. 384 с.
3. Гидаятли З. А. Селекция яблони в условиях Куба-Хачмасской зоны Азербайджанской ССР : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1966. 27 с.
4. Государственный Статистический Комитет Азербайджанской Республики [Электронный ресурс]. URL: <https://www.stat.gov.az/>
5. Козловская З. А. Совершенствования ассортимента яблони в Беларуси. Минск, 2003. 167 с.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. Орел : Изд-во ВНИИСПК, 1999. 608 с.
7. Садыгов А. Н. Оценка качественных показателей гибридов яблони Азербайджанской селекции // Материалы научно-практической конференции «Wykształcenie i nauka bez granic – 2013». Пшемьсь, Польша, 38, 2013. С. 25–29.
8. Садыгов А. Н. Показатели качества и товарность плодов новых селекционных сортов яблони в условиях Куба-Хачмасской зоны Азербайджанской республики // Аграрный вестник Урала. 2015. № 10 (140). С. 57–59.
9. Садыгов А. Н. Совершенствование ассортимента яблони в Азербайджане. Баку, 2019. 310 с.
10. Садыгов А. Н. Сравнительная оценка сортов яблони в условиях Азербайджана // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. Новосибирск, 2014. С. 75–80.
11. Раджабли А. Д. Плодовые культуры в Азербайджане. Баку, 1966. 24 с.
12. Талыбов Т., Байрамов Л. Генофонд яблони в Нахчыванской автономной республике. Баку, 2013. 156 с.

References

1. Aliev D. M. Fruit growing. Baku, 1974. P. 127–130.
2. Aliev I. N. Historical stages of agriculture in Azerbaijan and prospects for its development. Baku, 2004. 384 p.
3. Gidayatli Z. A. Selection of apple trees in the conditions of the Kuba-Khachmas zone of the Azerbaijan SSR : Abstract of the dissertation of the Candidate of Agricultural Sciences. Baku, 1966. 27 p.
4. State Statistical Committee of the Azerbaijan Republic [Electronic resource]. URL: <https://www.stat.gov.az/>
5. Kozlovskaya Z. A. Improving the assortment of apple trees in Belarus. Minsk, 2003. 167 p.
6. Program and methodology for the study of varieties of fruit, berry and nut crops / under the general editorship of E. N. Sedov and T. P. Ogoltsova. Orel : Publishing house of All-Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding, 1999. 608 p.
7. Sadygov A. N. Assessment of quality indicators of apple hybrids of Azerbaijan selection // Materials of the scientific-practical conference «Wykształcenie i nauka bez granic – 2013». Przemyśl, Poland, 38, 2013. P. 25–29.
8. Sadygov A. N. Indicators of quality and marketability of fruits of new selection varieties of apple trees in the conditions of the Kuba-Khachmas zone of the Azerbaijan Republic // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 10 (140). P. 57–59.
9. Sadygov A. N. Improving the assortment of apple trees in Azerbaijan. Baku, 2019. 310 p.
10. Sadygov A. N. Comparative evaluation of apple varieties in the conditions of Azerbaijan // Siberian Bulletin of Agricultural Science. Novosibirsk, 2014. P. 75–80.
11. Rajabli A. D. Apple plant in Azerbaijan. Baku, 1966. 24 p.
12. Talibov T., Bayramov L. Apple gene pool in the Nakhchivan Autonomous Republic. Baku, 2013. 156 p.

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 20.12.2021. Формат 60x84¹/₈. Бумага офсетная. Гарнитура «Pragmatica». Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,65. Тираж 300 экз. Заказ № 417.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-953000

Издательство Ставропольского государственного аграрного университета «АГРУС»,
355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12. Тел/факс: (8652)35-06-94. E-mail: agrus2007@mail.ru
Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.