

ISSN 1817–5457 (print)
ISSN 2949–3552 (online)



ВЕСТНИК

Ижевской государственной
сельскохозяйственной академии

№ 2 (78) 2024





ВЕСТНИК

Ижевской государственной сельскохозяйственной академии
Научно-практический журнал • № 2 (78) 2024

Журнал основан в марте 2004 г. Выходит ежеквартально

Учредитель федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Удмуртский государственный аграрный университет»

Адрес редакции, издательства
и типографии:
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11,
кабинет 514.
E-mail: rio.isa@list.ru

Подписной индекс в объединенном
каталоге «Пресса России» 40567



Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63611 от 02.11.2015.

Журнал включен
в Перечень ВАК, Российский индекс
научного цитирования (РИНЦ),
реферативную базу данных AGRIS.

Ответственность за содержание статей
несут авторы публикаций.

Редактор С. В. Полтанова
Верстка А. А. Волкова
Перевод Л. А. Новикова

Фото на обложке С. П. Басс

Подписано в печать 13.06.2024 г.
Дата выхода в свет 28.06.2024 г.
Формат 60×84/8. Тираж 500 экз.
Заказ № 8958. Цена свободная.

© Удмуртский ГАУ, 2024

ISSN 1817-5457 (Print)
ISSN 2949-3552 (Online)
DOI 10/48012/1817-5457

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

доктор технических наук, доцент *А. А. Брацихин*

Научный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *С. И. Коконев*

Члены редакционного совета:

А. М. Ленточкин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор УдГАУ

Т. Ю. Бортник – доктор сельскохозяйственных наук, доцент УдГАУ

Т. А. Бабайцева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент УдГАУ

И. Н. Щенникова – доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр
Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»

С. Н. Пономарев – доктор сельскохозяйственных наук,
ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН

Б. Б. Максимов – доктор PhD, Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария

Т. Ф. Персикова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
Белорусская ГСХА

Н. И. Филиппова – кандидат сельскохозяйственных наук,
ТОО НПЦЗХ им. А. И. Бараева, Казахстан

А. И. Любимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор УдГАУ

С. Л. Воробьева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор УдГАУ

С. Д. Батанов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор УдГАУ

О. В. Горелик – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Уральский ГАУ

С. В. Карамеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

Л. М. Колбина – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, УдмФИЦ УрО РАН

Ю. Г. Крысенко – доктор ветеринарных наук, профессор УдГАУ

В. А. Ермолаев – доктор ветеринарных наук, профессор
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

И. Г. Конопельцев – доктор ветеринарных наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ

С. В. Залесов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Уральский ГЛТУ

К. М. Габдрахимов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

И. Л. Бухарина – доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

Д. А. Тихомиров – доктор технических наук, член-корреспондент РАН,
ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Ф. Ф. Мухамадьяров – доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ

П. В. Дородов – доктор технических наук, профессор УдГАУ

А. Г. Левшин – доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева

С. И. Юран – доктор технических наук, профессор УдГАУ

Н. П. Кондратьева – доктор технических наук, профессор УдГАУ

И. В. Юдаев – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

Е. В. Харанжевский – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО УдГУ

К. К. Тулегенов – доктор PhD, Западно-Казахстанский
аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Казахстан

Л. А. Садыкова – кандидат технических наук,
ассоциированный профессор Западно-Казахстанского
инновационно-технологического университета (ЗКИТУ), Казахстан



УдГАУ
УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

THE BULLETIN

of Izhevsk State Agricultural Academy

Theoretical and practical journal • № 2 (78) 2024

Journal was founded in March, 2004. Quarterly issued journal

Founder is Federal State Budget Education Institution
for Higher Education «Udmurt State Agricultural University»

Address of publisher, editorial office,
printing house:
426069, Izhevsk, Studencheskaya St., 11,
cabinet 514.
E-mail: rio.isa@list.ru

The subscription index in the integrated
catalogue "Press of Russia" is 40567



Registration certificate PI
№ FS77-63611 dated 02.11.2015.
was issued by Federal Service
in the Sphere of Telecom, Information
Technologies and Mass Communications
(Roskomnadzor).

The journal is included in the Higher
Attestation Commission List,
in the database of the Russian science
citation index and indexed
in the AGRIS international database.

The authors of publications
are responsible for the content of articles.

Editor S. V. Poltanova
Layout A. A. Volkova
Translation L. A. Novikova

Cover photo by S. P. Bass

Signed for printing 13 June 2024.
Publication – 28 June 2024.
Format 60×84/8. Printing 500 iss.
Order № 8958. Free price.

© Udmurt State Agricultural University,
2024

ISSN 1817-5457 (Print)
ISSN 2949-3552 (Online)
DOI 10/48012/1817-5457

EDITORIAL BOARD

Editor in chief

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor *A. A. Bratsikhin*

Science editor

Doctor of Agricultural Sciences, Professor *S. I. Kokonov*

Members of Editorial Board:

A. M. Lentochkin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Udmurt State Agricultural University

T. Yu. Bortnik – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Udmurt State Agricultural University

T. A. Babaytseva – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Udmurt State Agricultural University

I. N. Shchennikova – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,

Federal Agrarian Scientific Center of the North-East named after N. V. Rudnitsky

S. N. Ponomarev – Doctor of Agricultural Sciences, TatSRIA FRC KazSC RAS

B. B. Maximov – Doctor PhD, Agrarian University of Plovdiv, Bulgaria

T. F. Persikova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Belarusian State Agricultural Academy

N. I. Filippova – Candidate of Agricultural Sciences

LLC SPCGF named after A. I. Baraev, Kazakhstan

A. I. Lubimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Udmurt State Agricultural University

S. L. Vorobyeva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Udmurt State Agricultural University

S. D. Batanov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Udmurt State Agricultural University

O. V. Gorelik – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ural State Agrarian University

S. V. Karamaev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Samara State Agricultural Academy

L. M. Kolbina – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, UdmFRC UrDRAS

Yu. G. Krysenko – Doctor of Veterinary Science, Professor,
Udmurt State Agricultural University

V. A. Ermolaev – Doctor of Veterinary Science, Professor,
Ulyanovsk State Agricultural Academy

I. G. Konopeltsev – Doctor of Veterinary Science, Professor,
Vyatka State Agrotechnological University

S. V. Zalesov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Ural State Forest Engineering University

K. M. Gabdrakhimov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Bashkir State Agrarian University

I. L. Bukharina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Udmurt State University

D. A. Tikhomirov – Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences, Federal Scientific Agroengineering Center VIM

F. F. Mukhamadyarov – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vyatka State Agrotechnological University

P. V. Dorodov – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Udmurt State Agricultural University

A. G. Levshin – Doctor of Engineering Science, Professor,
Russian State Agrarian University named after K. A. Timiryazev

S. I. Yuran – Doctor of Technical Sciences, Professor, Udmurt State Agricultural University

N. P. Kondratyeva – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Udmurt State Agricultural University

I. V. Yudaev – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kuban State Agrarian University

E. V. Kharanzhevsky – Doctor of Technical Sciences, Professor, Udmurt State University

K. K. Tulegenov – Doctor PhD, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical
University, Uralsk, Kazakhstan

L. A. Sadykova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
of West Kazakhstan Innovation and Technology University, Kazakhstan

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

- А. П. Еряшев, А. М. Гурьянов**
Изменение продуктивности,
химического состава травостоев
при перезалужении луга 5
- Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева,
Е. В. Соколова, Т. Н. Тутова**
Влияние посадочного материала и подкормок
хелатными минеральными удобрениями
на продуктивность лука репчатого 12
- Е. В. Корепанова, Г. Р. Медведева,
В. Н. Гореева, Ч. М. Исламова**
Посевные качества семян в урожае сортов
среднерусской однодомной конопли
при разных нормах посева
в Среднем Предуралье 21
- Т. Н. Рябова**
Создание высокопродуктивных травостоев
райграса пастбищного и фестулолиума
с бобовыми культурами. 30
- А. С. Шкуркина, Д. В. Виноградов**
Выращивание озимой ржи
в Центральном Нечерноземье 35

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- И. В. Безденежных,
А. Н. Гавриленко, С. В. Залесов**
Возможность совершенствования рубок
спелых и перестойных насаждений
в потенциальных кедровниках 44
- Д. В. Есков, П. Н. Проездов,
Д. А. Маштаков, О. Г. Удалова,
А. В. Розанов**
Математическое моделирование воздействия
лесных полос, кустарниковых кулис
и удобрений на продуктивность
пастбищных угодий в степи Поволжья. 50
- Н. М. Итешина, И. В. Безденежных,
С. В. Залесов, А. И. Чермных**
Объемы заготовки древесины
при сплошнолесосечных и выборочных рубках
спелых и перестойных насаждений. 59
- Я. А. Крекова, В. К. Панкратов,
С. В. Залесов**
Эффективность лесоразведения
с использованием интродуцентов
в санитарно-защитной зоне г. Астаны 66
- И. С. Левин**
Оценка развития псевдотсуги Мензиса
(*Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco)
в условиях лесостепного района
европейской части России 73
- Р. А. Осипенко, А. В. Ильясова,
И. Е. Корчагин, А. И. Петров, С. В. Залесов**
Динамика фракционного состава
лесной подстилки в искусственных
сосновых насаждениях, созданных
на выработанном карьере глины 82

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

- А. Н. Гуляева, С. П. Басс**
Продуктивные качества
и биологические особенности
лошадей аборигенных пород
в условиях Удмуртской Республики 89
- Е. М. Кислякова, Ю. В. Исупова,
М. К. Кузнецова**
Реализация геномного прогноза
молочной продуктивности
в разных технологических условиях 96
- О. А. Краснова, Л. С. Рыболовлева,
Е. П. Кириллова**
Биохимические показатели крови
и мясная продуктивность свиней
в зависимости от условий кормления
в период доразривания 103
- Е. Н. Мартынова, Ю. В. Исупова,
О. М. Нагорная**
Оценка влияния линии и методов подбора
на молочную продуктивность коров
при разных способах содержания 109
- О. С. Уткина, М. И. Васильева,
Е. В. Ачкасова, П. О. Бехтерева**
Технология производства молочного десерта
функционального направления. 115
- В. М. Юдин, В. В. Хохлов**
Анализ сохранности ягнят романовской породы
при разных способах выращивания
в зимний период в Пермском крае. 122

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- С. Ю. Булатов, С. В. Семенов**
Результаты исследований рабочего процесса
установки для приготовления зерновой патоки
с трубчатым измельчителем 128
- А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский,
С. Н. Шмыков, А. В. Малинин**
Исследование противоионных свойств
в восстановительных
металломатричных композитах. 134
- О. С. Федоров, В. И. Ширококов**
Исследование работы
модернизированного лоткового
вибродозатора ингредиентов БМВД 140

CONTENTS

AGRONOMY

- A. P. Eryashev, A. M. Guryanov**
Changes in productivity and chemical composition
of grass stands during meadow re-grassing 5
- T. E. Ivanova, E. V. Lekomtseva,
E. V. Sokolova, T. N. Tutova**
Effect of planting material and chelated
mineral fertilization on the onions productivity 12
- E. V. Korepanova, G. R. Medvedeva,
V. N. Goreeva, Ch. M. Islamova**
Sowing qualities of seeds in the yield of varieties
of Central Russian monoecious hemp at different
seeding rates in the Middle Cis-Ural region 21
- T. N. Ryabova**
Creation of highly productive grass stands
of perennial ryegrass
and festulolium with legume crops 30
- A. S. Shkurkina, D. V. Vinogradov**
Cultivation of winter rye
in the Central Non-chernozem region 35

FOREST MANAGEMENT

- I. V. Bezdenezhnykh,
A. N. Gavrilenko, S. V. Zalesov**
Improvement feasibility of fellings of mature
and overmature plantings
in potential cedar forests 44
- D. V. Eskov, P. N. Proezdov,
D. A. Mashtakov, O. G. Udalova, A. V. Rozanov**
Mathematical modelling of the impact
of forest strips, shrubby belts and fertilizers
on the productivity of pasture lands
in the steppe zone of the Volga region 50
- N. M. Iteshina, I. V. Bezdenezhnykh,
S. V. Zalesov, A. I. Chermnykh**
Volumes of wood harvesting during clear
and selective fellings of mature
and overmature plantings 59
- Ya. A. Krekova, V. K. Pankratov,
S. V. Zalesov**
Efficiency of afforestation using introducents
in the sanitary protection zone of Astana 66
- I. S. Levin**
Evaluation of the development of Douglas fir
(*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)
in the conditions of the forest-steppe region
in the European Russia 73
- R. A. Osipenko, A. V. Ilyasova,
I. E. Korchagin, A. I. Petrov, S. V. Zalesov**
Dynamics of the fractional composition
of the forest litter in artificial pine plantations
created on the abandoned clay quarry 82

ZOOTECHNICS AND VETERINARY SCIENCE

- A. N. Gulyaeva, S. P. Bass**
Productivity and biological characteristics
of horses of native breeds in the conditions
of the Udmurt Republic 89
- E. M. Kislyakova, Yu. V. Isupova,
M. K. Kuznetsova**
Implementation of genomic prognosis
of milk productivity
in different technological conditions 96
- O. A. Krasnova, L. S. Rybolovleva,
E. P. Kirillova**
Biochemical blood indicators and meat productivity
of pigs depending on the feeding conditions
during the rearing period 103
- E. N. Martynova, Yu. V. Isupova,
O. M. Nagornaya**
Assessment of impact of the line
and selection methods on the dairy productivity
of cows with different management systems 109
- O. S. Utkina, M. I. Vasilyeva,
E. V. Achkasova, P. O. Bekhtereva**
Production technology
for the functional dairy dessert 115
- V. M. Yudin, V. V. Khokhlov**
Analysis of the lambs survivability
of Romanov breed under different
breeding methods in the Perm region in winter 122

TECHNICAL SCIENCES

- S. Yu. Bulatov, S. V. Semenov**
The results of research on the operation
of the plant for the preparation
of grain molasses with a tubular shredder 128
- A. G. Ipatov, E. V. Kharanzhevsky,
S. N. Shmykov, A. V. Malinin**
Study of antiwear properties
in recovery metal matrix composites 134
- O. S. Fedorov, V. I. Shirobokov**
Investigation of the operation of the upgraded
tray vibration dispenser of AVMA ingredients 140

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ, ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРАВСТОЕВ ПРИ ПЕРЕЗАЛУЖЕНИИ ЛУГА

Еряшев Александр Павлович¹✉, Гурьянов Александр Михайлович²

¹Национальный исследовательский

Мордовский государственный университет, Саранск, Россия

²Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Саранск, Россия

¹eryashev_alex@mail.ru

Аннотация. В 2018–2021 гг. в пойме р. Тавла в ГУП «Луховское» п. Луховка городского округа г. Саранска Республики Мордовия проводили исследования по коренному улучшению пойменного луга за счет биологической азотфиксации. Цель исследований: изучение продуктивности, азотфиксации наиболее распространенных бобовых многолетних трав и их смесей с тимофеевкой, химического состава трав при ускоренном перезалужении пойменного луга. Сравнивалась продуктивность естественного неулучшенного пойменного луга и травостоев из тимофеевки луговой (8 кг/га) без удобрений, на фоне $P_{80}K_{100}$; $P_{80}K_{100} + N_{90} + N_{60}$, смеси тимофеевки луговой с люцерной синегибридной, козлятником восточным и одновидовых посевов бобовых трав на фоне $P_{80}K_{100}$ при ускоренном перезалужении пойменного луга. Нормы высева люцерны 12, козлятника 30 кг/га семян стопроцентной посевной годности. В смесях норма высева злакового и бобового компонентов составила 30 и 70 % от нормы, применяемой в одновидовом посеве. В среднем за годы исследований максимальную продуктивность обеспечила тимофеечно-люцерновая смесь и люцерна – 8,39–7,83 т/га сухого вещества и 1549–1478 кг/га сырого протеина. Преимущественное содержание сырого протеина в сухом веществе имела люцерна (19,8 %) в первом укосе, а во втором – ее смесь с тимофеевкой (18,3 %), а сырой клетчатки – тимофеевка без удобрений в первом и втором укосах (34,9 и 34,5 %). Люцерна (3,30 и 2,93 %) и растения с естественного луга (3,24 и 3,18 %) в первом и втором укосах, а козлятник (3,34 %) в первом укосе содержали наибольшее количество калия. Максимальная концентрация кальция имела в тимофеечно-люцерновой смеси (1,81 и 2,0 %) и одновидовом посеве люцерны (1,88 и 1,76 %) в первом и втором укосах.

Ключевые слова: луг, многолетние травы, удобрения, продуктивность, протеин, клетчатка, калий, кальций.

Для цитирования: Еряшев А. П., Гурьянов А. М. Изменение продуктивности, химического состава травостоев при перезалужении луга // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 5-11. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_5-11.

Актуальность. Уровень развития животноводства в стране, а следовательно, и обеспечения населения важнейшими продуктами питания животного происхождения, зависит от создания прочной кормовой базы. Для этого необходимо не просто увеличить общий объем производства кормов, но и обеспечить их полноценность за счет достаточного количества белка, незаменимых аминокислот, жиров, легкодоступных организму животных углеводов, витаминов, минеральных веществ.

Большая роль в увеличении производства растительного белка принадлежит созданию культурных пастбищ и сенокосов. Для повышения их продуктивности первостепенное значение имеет обеспечение луговых расте-

ний достаточным количеством азота. Основным направлением использования биологического азота в луговодстве является создание сеяных бобово-злаковых травостоев. Для этого необходимо в конкретных условиях определить оптимальное соотношение бобовых и злаковых трав [13, 16].

На дерново-слабоподзолистой почве Ленинградской области козлятник обогащал пахотный слой азотом (170–396), фосфором (45–80) и калием (94–113 кг/га), люцерна накапливала – 13,8, тимофеевка луговая – 4,8 т/га воздушно-сухих корневых остатков [6]. В условиях Тверской области бобово-злаковые агроценозы с включением козлятника восточного, тимофеевки луговой, двухкосточни-

ка тростникового и костреца безостого позволяли получать стабильно высокую продуктивность: до 47,7 т/га зеленой и 11,7 т/га сухой массы, 9,9 тысяч кормовых единиц с гектара [7]. В Московской области на восьмилетней залежи с доминированием вейника наземного подсев козлятника восточного в 2017 г. привел к преобладанию его в травостое на четвертый и пятый годы жизни и к повышению урожайности улучшенных травостоев с 2,06–2,11 до 4,43–4,58 т/га сухой массы [17]. Исследованиями в Брянской области выявлено, что в одновидовом посеве люцерны изменчивой содержание сырого протеина составило 14,80 %, а его сбор – 1,458 т/га. Люцерно-тимофеечная травосмесь на фоне применения фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$ обеспечила высокое содержание (13,45 %) и сбор сырого протеина (1,388 т/га) [2].

Продуктивность сенокосов и пастбищ зависит от эффективного использования азота бобовых трав. По урожайности и сбору протеина бобовые, выращенные без удобрений, вполне равноценны злаковым травосмесям, удобреным из расчета 60–150 кг/га азотных удобрений без орошения и 240–300 кг/га – при орошении [5, 14].

На химический состав луговых трав большее влияние оказывают видовые особенности, агроэкологические условия их произрастания, уход и режимы использования [1, 3, 4, 18]. В Среднем Поволжье внесение азотных удобрений способствовало снижению содержания сырой клетчатки (СК) в сухом веществе (СВ) тимopheевки луговой на 1,0–1,3 % в первом и на 0,9–1,2 % во втором укосе [15].

По результатам, полученным в разных зонах, включение бобовых в травосмеси благодаря использованию биологического азота значительно повышает продуктивность пастбищ и сенокосов. Однако внедрение научно обоснованной системы ведения хозяйства требует точного знания возможностей азотонакопления бобовых культур в конкретных почвенно-климатических условиях. В Мордовии подобных исследований не проводилось. Это и послужило основанием для закладки специального опыта.

Цель исследований: изучение продуктивности, азотфиксации наиболее распространенных бобовых многолетних трав и их смесей с тимopheевкой, химического состава трав при ускоренном перезалужении пойменного луга в условиях Республики Мордовия.

Задачи:

1) изучить влияние ускоренного перезалужения на сбор сухого вещества и сырого протеина сеянными многолетними травами и естественного луга;

2) выявить изменение химического состава травостоев при перезалужении.

Материал и методы. Опыт был заложен в 2018 г. в пойме р. Тавла в ГУП «Луховское» п. Луховка городского округа г. Саранска Республики Мордовия. Почва опытного участка – пойменная дерновая тяжелосуглинистая, со следующими агрохимическими показателями (слои почвы 0–0,3 и 0,3–0,5 м): pH_{KCl} 5,7 и 6,5; гидролитическая кислотность 3,1 и 3,9 и сумма поглощенных оснований 31,7 и 31,9 мг-экв. на 100 г почвы. Насыщенность основаниями – 91,1 и 97,3 %, содержание гумуса – 5,37 и 4,07 %; $N-NO_3$ – 8,2 и 3,0 мг/кг, P_2O_5 – 378 и 259 и K_2O – 500 и 163 мг/кг почвы.

Пойменный луг состоял из мятликовых трав (23 %) и разнотравья (77 %). Схема опыта приведена в таблицах 1 и 2.

Площадь делянки 40 м² (1,6×25 м). Повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое. Нормы высева в чистом виде: тимopheевки 8, люцерны 12, козлятника 30 кг/га семян 100 %-ной посевной годности. В смесях норма высева злакового 30 % и бобового компонента 70 % от нормы, применяемой для посева в чистом виде. Обработка почвы была рекомендована для условий Мордовии: после первого укоса провели двукратное дискование на глубину 10–12 см, через две недели вспашку – 25–27 см, фрезерование на 4–6 см, предпосевное прикатывание. Из фосфорно-калийных удобрений ($P_{80}K_{100}$) использовали двойной гранулированный суперфосфат (46 %), калий хлористый (60 %) под основную обработку перед закладкой опыта и ежегодного сразу за последним укосом, азотные (аммиачная селитра 34 %) под тимopheевку весной по таломерзлой почве и после укоса ($N_{90} + N_{60}$). Посев проведен 16.07.2018 г. беспокровно, сеялкой СН-16. Весной 2019–2021 гг. травы пробороновали.

Осуществлялись следующие наблюдения, учеты и анализы:

1. Определение химического состава растений проводилось в ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Мордовский» по общепринятым методикам: сырого протеина (СП) – по ГОСТ 13496.4-2019 [8], сырой клетчатки (СК) – по ГОСТ 31675-2012 [11], калия (K) – по ГОСТ 30504-97 [10], кальция (Ca) – по ГОСТ 26570-95 [9].

2. Учет урожая выполняли укосным методом.

3. Закладка опытов, математическая обработка урожайных данных выполнялись с использованием ПЭВМ по Б. А. Доспехову [12].

Агрометеорологические условия в годы проведения опытов были различными. С 1 по 17 июля 2018 г. (до посева) осадков выпало 36 мм, в последующий период 68 (в целом за июль 2018 г. – 104 мм), больше средней многолетней нормы (70 мм), гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,3. В августе и сентябре выпало 58 и 50 мм осадков, ГТК составил 2,8 и 2,0. Формирование первого укоса в 2019 г. (12.04–16.06) проходило в засушливых условиях, осадков выпало 36 мм, ГТК = 0,6, второго (17.06–30.07) – при достаточном увлажнении (при сумме осадков 110 мм, ГТК = 1,0). В 2020 г. рост и развитие трав первого (15.04–09.06) и второго (10.06–07.08) укосов совпали с периодом повышенной влагообеспеченности (ГТК = 1,4 и 1,4). Суммы активных температур выше 10 °С по укосам распределялись следующим образом: первый – 677, второй – 1211, осадков выпало соответственно 95 и 170 мм. В 2021 г. урожай первого (13.04–20.06) и второго (21.06–07.08) укосов формировался в условиях избыточного увлажнения (ГТК = 3,1 и 2,7) при среднем многолетнем значении 1,2–1,1. Имелся значительный недобор суммы активных температур выше 10 °С по укосам: первый – 540, второй – 738 (при среднем многолетнем значении соответственно 751 и 831 °С).

Результаты исследований и их обсуждение. Нашими многолетними исследованиями выявлено, что в среднем за 2019–2021 гг. максимальный сбор сухого вещества (СВ) в первом, втором и в сумме с двух укосов сформировала люцерна и ее смесь с тимофеевкой (табл. 1).

Это в 3,51–3,60 раза выше, чем пойменный луг; в 3,53–3,78 раза, чем тимофеевка, возделываемая без удобрений, и 2,70–2,89 раза с внесением $P_{80}K_{100}$, а также в 1,61–1,73 раза, чем с применением $P_{80}K_{100} + N_{90} + N_{60}$; в 2,24–2,40 раза больше продуктивности тимофеечно-козлятниковой смеси и в 2,43–2,60 – чистых посевов козлятника.

Ускоренное перезалужение пойменного луга тимофеевкой без внесения удобрений не способствовало повышению продуктивности. С применением $P_{80}K_{100}$ сбор сухого вещества увеличивался по сравнению с естественным лугом на 24,5 %, с неудобренным вариантом тимофеевки – на 30,6 %. Тимофеевка,

возделываемая на фоне удобрений $P_{80}K_{100} + N_{90} + N_{60}$, имела преимущество по данному показателю над пойменным лугом на 108,1 %; над тимофеевкой на естественном фоне и с внесением $P_{80}K_{100}$ – соответственно на 118,5 и 67,2 %. Прибавка от азотных удобрений на тимофеевке составила 1,95 т/га сухого вещества, а на 1 кг действующего вещества азота сформировалось 13,0 кг СВ и 2,0 кг сырого протеина.

Таблица 1 – Влияние ускоренного перезалужения на продуктивность травостоев (в среднем за 2019–2021 гг.)

Варианты	Сухое вещество, т/га			Сырой протеин, кг/га		
	укосы					
	1	2	1+2	1	2	1+2
1. Пойменный луг (контроль)	1,45	0,88	2,33	161	115	276
Ускоренное перезалужение с посевом: 2. Тимофеевка без удобрений	1,22	1,00	2,22	132	126	258
3. Тимофеевка + $P_{80}K_{100}$ (фон)	1,73	1,17	2,90	199	163	362
4. Тимофеевка + $N_{90} + N_{60}$ + фон	2,83	2,02	4,85	365	304	669
5. Тимофеевка + люцерна + фон	4,37	4,02	8,39	813	736	1549
6. Тимофеевка + козлятник + фон	2,03	1,46	3,49	323	196	519
7. Люцерна + фон	4,17	3,66	7,83	826	652	1478
8. Козлятник + фон	1,88	1,34	3,22	354	225	579
В среднем по опыту	2,46	1,94	4,40	397	314	711
НСР ₀₅	0,21	0,38	0,58	15	86	73

Преимущественный сбор СП в среднем за три года исследований в первом, во втором и в сумме с двух укосов сформировали тимофеечно-люцерновая смесь и люцерна на фоне $P_{80}K_{100}$. Без использования азотных удобрений было получено (с двух укосов) сырого протеина в 2,20–2,32 раза больше, чем на варианте с тимофеевкой с применением N_{150} ; в 2,85–2,99 раза, чем в тимофеечно-козлятниковой смеси, и в 2,55–2,68, чем с козлятника.

Протеин является пластическим материалом для построения тканей и органов, он входит в состав ферментов, азотсодержащих ве-

ществ молока и волосяного покрова. Его недостаток приводит к перерасходу кормов, а избышек белка вызывает нарушение обмена веществ и преждевременное старение организмов животных. Нашими исследованиями выявлено, что сухое вещество люцерны в первом укосе имело самое высокое содержание сырого протеина, а во втором – в ее смеси с тимофеевкой (табл. 2). Внесение фосфорно-калийных и азотных удобрений повышало его в тимофеевке соответственно в первом укосе на 0,7 и 2,1, а во втором – на 1,2 и 2,4 %. С первого и второго укосов в растениях с естественного луга оно превосходило тимофеевку с неудобренным участком. Здесь же и на других фонах питания тимофеевки и в травах с пойменного луга преимущественное накопление сырого протеина было во втором укосе; в люцерне, козлятнике и их смесях с тимофеевкой – в первом.

Между содержанием СП и Са в растениях имелась сильная корреляционная зависимость ($r = 0,83$), слабая с К ($r = 0,22$), средняя отрицательная с СК ($r = -0,68$).

От содержания клетчатки в траве существенно зависит переваримость сухого вещества. В рационе коров с удоем 40 л молока ее содержание должно быть 18–20 % в сухом веществе корма. Концентрация этого показателя в растениях меняется от уровня минерального питания, фазы развития, агрометеорологических условий. В среднем за 2019–2021 гг. исследований наибольшее содержание СК нами отмечено в растениях тимофеевки без удобрений в первом и втором укосах. Применение туков снижало ее концентрацию. В люцерне и ее смеси с тимофеевкой в первом и вто-

ром укосах она существенно не отличалась, тогда как в тимофеечно-козлятниковой смеси имелось больше сырой клетчатки, чем в козлятнике. В целом ее содержание в сухом веществе трав было высоким – 28,9–34,9 %. По укосам в среднем по опыту оно существенно не отличалось. Концентрация в растениях СК и К имела сильную отрицательную корреляционную зависимость ($r = -0,81$) и слабую с Са ($r = -0,25$). Установлены сильные положительные корреляционные зависимости между сбором СВ и содержанием в травах СП и Са ($r = 0,73$), слабая с К ($r = 0,17$); отрицательные средние с концентрацией СК ($r = -0,49$).

Калий участвует в поддержании осмотического давления в клетках животных, передаче нервного импульса, регуляции сокращений сердечной и других мышц, входит в состав буферных систем крови и тканей, поддерживает гидратацию ионов и коллоидных частиц, активизирует деятельность многих ферментов. Люцерна и растения с естественного луга в первом и втором укосах, а козлятник в первом содержали наибольшее количество К в СВ. Калийные удобрения повышали концентрацию этого элемента в урожае тимофеевки на 0,06–0,15 %. У бобовых трав наблюдалась тенденция преимущественного накопления его в урожае первого укоса.

Недостаток минеральных элементов в корме и их непропорциональное соотношение приводят к серьезным нарушениям обменных процессов, что особенно резко проявляется при пониженном содержании Са. Зоотехнической нормой считается содержание кальция в корме до 0,75 % СВ [3]. Максимальное содер-

Таблица 2 – Химический состав растений (% на абсолютно сухое вещество, в среднем за 2019–2021 гг.)

Варианты	Сырой протеин		Сырая клетчатка		Калий		Кальций	
	укосы							
	1	2	1	2	1	2	1	2
1. Пойменный луг (контроль)	11,1	13,1	31,1	29,3	3,24	3,18	0,85	1,01
Ускоренное перезалужение с посевом: 2. Тимофеевка без удобрений	10,8	12,7	34,9	34,5	2,84	2,74	0,48	0,60
3. Тимофеевка + P ₈₀ K ₁₀₀ (фон)	11,5	13,9	32,2	33,7	2,90	2,89	0,48	0,57
4. Тимофеевка + N ₉₀ + N ₆₀ + фон	12,9	15,1	33,5	32,4	2,87	2,87	0,46	0,53
5. Тимофеевка + люцерна + фон	18,6	18,3	29,3	28,9	3,14	2,60	1,81	2,00
6. Тимофеевка + козлятник + фон	15,9	13,4	34,2	32,6	3,00	2,55	0,91	1,02
7. Люцерна + фон	19,8	17,8	29,0	30,3	3,30	2,93	1,88	1,76
8. Козлятник + фон	18,8	16,8	30,5	28,2	3,34	2,61	1,06	1,56
В среднем по опыту	14,9	15,1	31,8	31,2	3,08	2,80	0,99	1,13

жание Са в сухом веществе в наших исследованиях имелось в тимофеечно-люцерновой смеси и одновидовых посевах люцерны в первом и втором укосах. Козлятник и в смеси с тимофеевкой имел меньшие его значения. Растения с естественного луга накапливали этого элемента больше, чем тимофеевка на различных фонах удобрений. Применение туков на содержание его в растениях тимофеевки не влияло. В СВ трав естественного луга, тимофеевки, независимо от фона питания; в тимофеечно-бобовых смесях, в посевах козлятника максимальное содержание элемента отмечено во втором укосе.

Выводы. Результаты исследований позволяют сделать вывод, что ускоренное перезалужение пойменных лугов повышает их продуктивность. В среднем за три года максимальной она была у тимофеечно-люцерновой смеси и люцерны – 8,39–7,83 т/га сухого вещества и 1549–1478 кг/га сырого протеина. Наибольшую концентрацию сырого протеина в сухом веществе имела люцерна в первом укосе, а во втором – ее смесь с тимофеевкой, а сырой клетчатки – тимофеевка на естественном фоне с обоих укосов. Максимальное содержание калия отмечено в люцерне и в травостое естественного луга с двух укосов, а в козлятнике – в первом. Преимущественное накопление кальция выявлено в тимофеечно-люцерновой смеси и в люцерне в первом и во втором укосах.

Благодарности. Выражаем благодарность дирекции ГУП «Луховское» за помощь, оказанную при закладке опытов и по уходу за ними.

Список источников

1. Абрамов А. Ф. Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии. Новосибирск, 2000. 206 с.
2. Агроэкологическая оценка формирования урожайности и качества люцерно-мятликовых травосмесей в условиях радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой почвы / В. Ф. Шаповалов, С. А. Бельченко, А. В. Дронов, В. В. Дьяченко // Кормопроизводство. 2022. № 4. С. 7–12.
3. Барашкова Н. В., Габышева Л. К., Федорова А. И. Влияние последствия минерального режима питания на биохимический состав и питательность долголетнего фитоценоза в условиях среднетаежной подзоны Якутии // Кормопроизводство. 2022. № 2. С. 14–19.
4. Барашкова Н. В., Устинова В. В. Биохимические особенности естественного разнотравно-

злакового фитоценоза при разных уровнях питания в условиях Центральной Якутии // Наука и образование. 2016. № 2 (82). С. 108–114.

5. Боженков А. В. Влияние макро- и микроудобрений, их сочетаний на урожайность и качество зеленой массы клевера лугового в условиях неблагоприятного засушливого и благоприятного влажного годов в Костромской области // Кормопроизводство. 2022. № 2. С. 16–20.
6. Вавилов П. П., Райг Х. А. Возделывание и использование козлятника восточного. Ленинград: Колос. Ленингр. отделение, 1982. 72 с.
7. Вагунин Д. А., Иванова Н. Н. Луговые сеяные агроценозы на основе перспективных многолетних трав в условиях Верхневолжья // Кормопроизводство. 2022. № 5. С. 3–7.
8. ГОСТ 13496.4-2019. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Москва: Стандартинформ, 2019. 16 с.
9. ГОСТ 26570-95 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. Москва: Издательство стандартов, 1995. 16 с.
10. ГОСТ 30504-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. Москва: Стандартинформ. 1997. 6 с.
11. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Москва: Стандартинформ, 2014. 10 с.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Москва, Агропромиздат, 1985. 351 с.
13. Косолапов В. М., Трофимов И. А., Трофимова Л. С. Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). Москва: Россельхозакадемия, 2014. 158 с.
14. Привалова К. Н. Закономерности изменения качества корма при использовании многовариантных пастбищных технологий с долголетними фитоценозами // Кормопроизводство. 2022. № 9. С. 12–15.
15. Ревнивцев П. В. Влияние некорневой подкормки минеральными и микроэlementными удобрениями на продуктивность тимофеевки луговой // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: материалы Международной научно-практической конференции. Пенза: ПГАУ, 2018. С. 193–196.
16. Тимошкина О. Ю., Тимошкин О. А., Тимошук Е. В. Продуктивность смешанных агрофитоценозов клевера ползучего и мятликовых трав в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Кормопроизводство. 2022. № 3. С. 3–9.

17. Улучшение травостоя вейниковой залежи подсевом в дернину козлятника восточного / Н. Н. Лазарев, А. Ю. Бойцова, Е. М. Куренкова, О. В. Кухаренкова // Кормопроизводство. 2022. № 6. С. 3–7.

18. Чеботарев Н. Т., Броварова О. В. Эффективность минеральных удобрений и известки при возделывании многолетних трав на дерново-подзолистой почве Республики Коми // Кормопроизводство. 2022. № 2. С. 29–33.

References

1. Abramov A. F. *Ekologo-biohimicheskie osnovy proizvodstva kormov i racional'nogo ispol'zovaniya pastbishch v Yakutii*. Novosibirsk, 2000. 206 s.

2. Agroekologicheskaya ocenka formirovaniya urozhajnosti i kachestva lyucerno-myatlikovykh travosmesej v usloviyah radioaktivno zagryaznenoj dernovo-podzolistoj pochvy / V. F. Shapovalov, S. A. Bel'chenko, A. V. Dronov, V. V. D'yachenko // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 4. S. 7–12.

3. Barashkova N. V., Gabysheva L. K., Fedorova A. I. Vliyaniye posledejstviya mineral'nogo rezhima pitaniya na biohimicheskij sostav i pitatel'nost' dolgoletnego fitocenoza v usloviyah srednetaezhnoj podzony Yakutii // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 2. S. 14–19.

4. Barashkova N. V., Ustinova V. V. Biohimicheskije osobennosti estestvennogo raznotravno-zlakovogo fitocenoza pri raznyh urovnayah pitaniya v usloviyah Central'noj Yakutii // *Nauka i obrazovanie*. 2016. № 2 (82). S. 108–114.

5. Bozhenkov A. V. Vliyaniye makro- i mikroudobrenij, ih sochetanij na urozhajnost' i kachestvo zelenoj massy klevera lugovogo v usloviyah neblagopriyatnogo zasushlivogo i blagopriyatnogo vlazhnogo godov v Kostromskoj oblasti // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 2. S. 16–20.

6. Vavilov P. P., Rajg H. A. *Vozdelyvanie i ispol'zovanie kozlyatnika vostochnogo*. Leningrad: Kolos. Leningr. ot-delenie, 1982. 72 s.

7. Vagunin D. A., Ivanova N. N. Lugovye seyanye agrocenozy na osnove perspektivnykh mnogoletnih trav v usloviyah Verhnevolzh'ya // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 5. S. 3–7.

8. GOST 13496.4-2019. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya sodержaniya

azota i syrogo proteina. Moskva: Standartinform, 2019. 16 s.

9. GOST 26570-95 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya kal'ciya. Moskva: Izdatel'stvo standartov, 1995. 16 s.

10. GOST 30504-97 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Plamenno-fotometricheskij metod opredeleniya sodержaniya kaliya. Moskva: Standartinform. 1997. 6 s.

11. GOST 31675-2012. Korma. Metody opredeleniya sodержaniya syroj kletchatki s primeneniem promezhutochnoj fil'tracii. Moskva: Standartinform, 2014. 10 s.

12. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)*. 5-e izd., pererab. i dop. Moskva, Agropromizdat, 1985. 351 s.

13. Kosolapov V. M., Trofimov I. A., Trofimova L. S. *Kormoproizvodstvo v sel'skom hozyajstve, ekologii i racional'nom prirodopol'zovanii (teoriya i praktika)*. Moskva: Rossel'hozakademiya, 2014. 158 s.

14. Privalova K. N. Zakonomernosti izmeneniya kachestva korma pri ispol'zovanii mnogovariantnykh pastbishchnykh tekhnologij s dolgoletnimi fitocenzami // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 9. S. 12–15.

15. Revnivceev P. V. Vliyaniye nekornevoj podkormki mineral'nymi i mikroelementnymi udobreniyami na produktivnost' timofeevki lugovoj // *Innovacionnye idei molodykh issledovatelej dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Penza: PGAU, 2018. S. 193–196.

16. Timoshkina O. Yu., Timoshkin O. A., Timoshchuk E. V. Produktivnost' smeshannykh agrofитocенозов клевера ползучего и мыатликовых трав в условиях лесостепи Среднего Поволжья // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 3. S. 3–9.

17. Uluchsheniye travostoya vejnikovoj zalezhi podsevom v derninu kozlyatnika vostochnogo / N. N. Lazarev, A. Yu. Bojцова, E. M. Kurenkova, O. V. Kuharenkova // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 6. S. 3–7.

18. Chebotarev N. T., Brovarova O. V. Effektivnost' mineral'nykh udobrenij i izvesti pri vzdelyvanii mnogoletnih trav na dernovo-podzolistoj pochve Respubliki Komi // *Kormoproizvodstvo*. 2022. № 2. S. 29–33.

Сведения об авторах:

А. П. Еряшев¹✉, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

А. М. Гурьянов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
<https://orcid.org/0000-0003-2642-1498>

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет, ул. Российская, 37, р. п. Ялга, Саранск, Россия, 430904

²Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, ул. Мичурина, 5, р. п. Ялга, Саранск, Россия, 430904

¹eryashev_alex@mail.ru

Original article

CHANGES IN PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF GRASS STANDS DURING MEADOW RE-GRASSING

Alexander P. Eryashev¹✉, Alexander M. Guryanov²¹National Research Mordovia State University, Saransk, Russia²Mordovian Research Institute of Agriculture –

Branch of the FSBEI Federal Agricultural Research Center of the North-East, Saransk, Russia

¹eryashev_alex@mail.ru

Abstract. *The studies on the floodplain meadow reclamation by means of biological nitrogen fixation were conducted in the floodplain of the Tavla River in the state unitary enterprise "Lukhovskoye" in Lukhovka, urban district of Saransk, Republic of Mordovia in 2018–2021. The purpose of the research is to study productivity, nitrogen fixation of the most common legume perennial grasses and their mixtures with common timothy, the chemical composition of grasses during rapid floodplain meadow re-grassing. We compared the productivity of a natural unimproved floodplain meadow and grass stands of common timothy (8 kg/ha) without fertilizers, with $R_{80}K_{100}$; $R_{80}K_{100} + N_{90} + N_{60}$, a mixture of common timothy with purple hybrid alfalfa, eastern galega and single-species crops of legume grasses with $R_{80}K_{100}$ during rapid re-grassing of a floodplain meadow. The seeding rates of alfalfa are 12 kg/ha, eastern galega – 30 kg/ha of seeds with one hundred percent sowing validity. The mixtures had the seeding rate 30 % of the norm used in single-species sowing in cereal components, and 70 % in the bean components. The timothy-alfalfa mixture and alfalfa provided the maximum productivity – 8.39–7.83 t/ha of dry matter and 1549–1478 kg/ha of crude protein on average for the years of research. The predominant content of crude protein in the dry matter was in alfalfa (19.8 %) in the first mowing, and in the second – in its mixture with timothy (18.3 %), and the content of crude fiber was in timothy without fertilizers in the first and second mowings (34.9 and 34.5 %). Alfalfa (3.30 and 2.93 %) and plants from a natural meadow (3.24 and 3.18 %) in the first and second mowings, and eastern galega (3.34 %) in the first mowing contained the largest amount of potassium. The timothy-alfalfa mixture (1.81 and 2.0 %) and single-species alfalfa sowing (1.88 and 1.76 %) in the first and second mowings had the maximum concentration of calcium.*

Key words: meadow, perennial grasses, fertilizers, productivity, protein, fiber, potassium, calcium.

For citation: Eryashev A. P., Guryanov A. M. Changes in productivity and chemical composition of grass stands during meadow re-grassing. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 5-11. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_5-11.

Authors:

A. P. Eryashev¹✉, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

A. M. Guryanov², Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2642-1498>

¹National Research Mordovia State University, 37 Rossiyskaya St., Yalga v., Saransk, Russia, 430904

²Mordovian Research Institute of Agriculture – Branch of the FSBEI Federal Agricultural Research Center of the North-East, 5 Michurina St., Yalga v., Saransk, Russia, 430904

¹eryashev_alex@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 09.02.2024; одобрена после рецензирования 27.02.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 09.02.2024; approved after reviewing 27.02.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 635.25:631.5

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_12-20

ВЛИЯНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И ПОДКОРМОК ХЕЛАТНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛУКА РЕПЧАТОГО

Иванова Татьяна Евгеньевна[✉], Лекомцева Елена Владимировна,
Соколова Елена Владимировна, Тутова Татьяна Николаевна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

[✉]ivanova.tan13@yandex.ru

Аннотация. Важные элементы повышения продуктивности овощных культур – это качественный посадочный материал и применение комплексных удобрений. Одной из распространенных овощных культур является лук репчатый. Он очень требователен к плодородию почвы, и поэтому для получения высокого урожая луковиц хорошего качества необходимо применять подкормки удобрениями в доступной для растений форме. Водорастворимые комплексные удобрения быстро проникают в растения, улучшают условия их роста, способствуют повышению продуктивности и положительно влияют на показатели качества получаемой продукции. Цель исследований: сравнить отзывчивость лука репчатого на технологические приемы. Исследования проводились на территории п. Итамас Завьяловского района Удмуртской Республики. Почва участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая, характеризовалась низким содержанием гумуса (2,12–2,14 %), по степени кислотности – близка к нейтральной. Степень насыщенности основаниями высокая. Обеспеченность почвы подвижным фосфором очень высокая (323–325 мг/кг), обменным калием повышенная (141–145 мг/кг). Почвенные условия подошли для выращивания лука репчатого. Изучали подкормки удобрениями «Акварин» и «Растворин» при использовании для посадки севка разных размеров (диаметр луковиц: I фракции – 0,7–1,4; II – 1,5–2,2; III – 2,3–3,0 см). В среднем за 2020–2021 гг. в результате проведенных исследований доказано положительное действие подкормок удобрениями «Акварин» и «Растворин» при посадке севком третьей фракции на общую и товарную урожайность лука репчатого. Изучаемые факторы оказали неоднозначное влияние на показатели качества продукции лука репчатого. В оба года исследований накопление сухих веществ в репке лука репчатого выявлено при посадке севка мелкой фракции, подкормки не повлияли на данный показатель. В 2021 г. отмечено существенное повышение нитратов в луковицах по мелкому посадочному материалу и снижение при посадке крупной фракции севка.

Ключевые слова: урожайность, лук, фракция севка, удобрения, открытый грунт, показатели качества, Удмуртская Республика.

Для цитирования: Влияние посадочного материала и подкормок хелатными минеральными удобрениями на продуктивность лука репчатого / Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева, Е. В. Соколова, Т. Н. Тутова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 12-20. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_12-20.

Актуальность. В условиях Удмуртской Республики выращиваются различные виды лука: лук репчатый, лук-шалот, лук-порей, многолетние виды лука и чеснок [19]. Наибольшее распространение имеет лук репчатый. Это одна из основных культур, пользующаяся широким спросом у населения. Лук является важным продуктом питания, содержит органические и минеральные кислоты, соли калия, кальция, фосфора, белок и др. В луковицах и зеленом пере содержатся необходимые для организма человека витамины [2, 16]. В луке имеются важнейшие для человека аминокислоты: аргинин, валин, гистидин [4].

В производстве сельскохозяйственных культур большое значение имеет выбор технологии возделывания, позволяющей получить высокий урожай хорошего качества [7, 9, 11]. Исследованиями по изучению приемов технологии выращивания луковых культур в Удмуртской Республике занимались М. Г. Концевой, О. А. Рябова [8], А. М. Швецов [17] и Т. Н. Тутова [16] изучали сорта и сроки посева севка, Т. Е. Иванова, Е. В. Лекомцева [7, 9, 19] проводили исследования по изучению сортообразцов лука-шалота, применению микробиологических и комплексных удобрений.

В Удмуртии репчатый лук выращивают преимущественно из севка. Фракция севка играет важную роль в росте, развитии лука репчатого и формировании урожайности. Литературные данные указывают на неоднозначное влияние посадочного материала на продуктивность лука репчатого [4, 10].

В современном овощеводстве интенсивные технологии возделывания предполагают использование высокопродуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, что вызывает необходимость совершенствования систем удобрения под различные культуры [10, 15, 20–21]. В Ростовской области изучали действие минеральных удобрений на урожайность лука репчатого. Выявилось, что применение полного минерального удобрения весной под предпосевную культивацию в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ позволило получить наибольшую урожайность [13]. Такая же закономерность получена при использовании минеральных удобрений в условиях Республики Башкортостан [3].

Одним из важнейших факторов регулирования плодородия почв и увеличения урожайности растениеводческой продукции в настоящее время является применение комплексных хелатных удобрений. Хелаты выпускаются в водорастворимой форме, благодаря чему микроэлементы усваиваются на 90 %. При этом не засоляют почву, безопасны для здоровья человека.

Исследования Н. Ю. Петрова и Е. В. Калмыковой [14] по изучению минерального водорастворимого удобрения «Растворин» в дозе 15–25 г/м² показали эффективность его применения при выращивании томата сорта Геркулес, перца сладкого F₁ Помпео, лука репчатого F₁ Октакт. Урожайность повысилась на 28–50 %, улучшился воздушный и газовый режим почвы, снизилась вероятность развития сорняков, болезней и вредителей. Применение «Растворина» способствовало увеличению средней массы плодов и урожайности земляники садовой [5]. Использование водорастворимого удобрения «Акварин» в качестве подкормки при выращивании яровой пшеницы привело к увеличению количества белка в зерне и клейковины [1]. Применение некорневой подкормки удобрением «Акварин» позволило увеличить урожайность и повысить в клубнях содержание сухого вещества и крахмала [18].

В последние годы предлагается большой ассортимент комплексных водорастворимых

удобрений, которые в технологии выращивания луковых культур изучены недостаточно.

Цель исследований: сравнить отзывчивость лука репчатого на технологические приемы.

Задачи:

1) изучить влияние размера севка и хелатных водорастворимых удобрений на продуктивность лука репчатого;

2) определить качественные показатели репки лука репчатого в зависимости от фракции севка и удобрений.

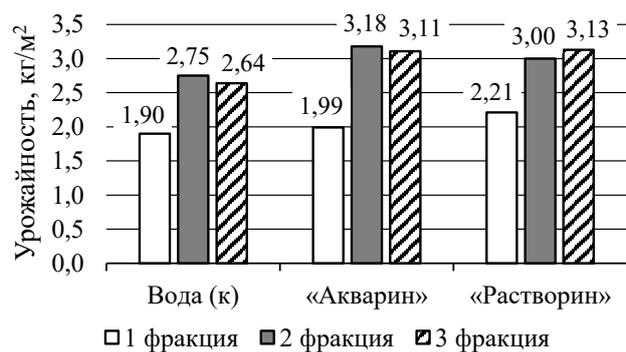
Материал и методы исследований. В 2020–2021 гг. был проведен двухфакторный опыт по изучению действия подкормок удобрениями «Акварин» и «Растворин» при использовании для посадки разных размеров севка (диаметр луковиц: I фракция – 0,7–1,4; II – 1,5–2,2 (к); III – 2,3–3,0 см). Для изучения был выбран сорт лука репчатого Штуттгартер Ризен.

По фактору А контроль II фракция севка, рекомендованная для Удмуртской Республики; по фактору В – вода. Варианты в опыте разместили методом расщепленных делянок, повторность четырехкратная. Общая площадь делянки по фактору А – 9 м², по фактору В – 3 м², учетная площадь делянки по фактору А – 6,9 м², по фактору В – 2,3 м². Севки высаживали по схеме 30×10 см. При закладке и проведении опытов применяли теоретические, эмпирические и статистические методы исследований.

В период вегетации растений (фаза нарастания листьев и начало формирования луковицы) проведена двукратная подкормка хелатными удобрениями в дозах, рекомендованных производителями. По удобрениям «Акварин» и «Растворин» дозы за две подкормки составили: азота – 38, фосфора – 12, калия – 40 кг/га д.в. Доза азота по «Растворину» доведена до 40 кг/га д.в. добавлением аммиачной селитры. Предшественник в оба года исследований – ранний картофель, после уборки картофеля проведен посев горчицы белой на сидерат, и перед заделкой сидерата при урожайности 22 т/га был внесен перегной в дозе 20 т/га. Учет урожая проведен после дозаривания и сушки лука-репки, определены общая и товарная урожайность. Товарными считаются луковицы здоровые, без повреждений, с сухой шейкой, диаметром от 40 мм. Исследования проведены по общепринятым методикам [6, 12].

Результаты исследований. В 2020 г. изучаемые факторы (фракция севка и подкормки)

оказали неоднозначное влияние на продуктивность лука репчатого (рис. 1).



НСР ₀₅ частных различий фактора А	1,02
НСР ₀₅ частных различий фактора В	0,36
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А	0,59
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В	0,21

Рисунок 1 – Общая урожайность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок, кг/м² (2020 г.)

Достоверно наименьшую среднюю общую урожайность получили при посадке севка первой фракции – 2,03 кг/м², снижение от контроля составило 0,95 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов фактора А – 0,59 кг/м²). Посадка севка второй и третьей фракций не обеспечила значимой разницы по общей урожайности лука-репки.

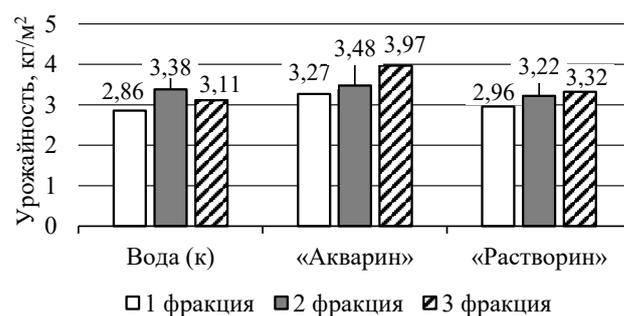
Применение подкормок хелатными удобрениями «Растворин» и «Акварин» оказало положительное влияние на общую урожайность лука репчатого, существенно увеличив ее относительно контроля в среднем на 0,33 и 0,35 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов фактора В – 0,21 кг/м²).

Самая высокая общая урожайность лука-репки оказалась при посадке севка второй фракции и подкормке удобрением «Акварин» – 3,18 кг/м², а более низкая при посадке севка первой фракции без подкормок – 1,90 кг/м², разница составила 40 %.

Отмечено повышение общей урожайности лука репчатого при подкормке удобрением «Акварин» по средней и крупной фракциям севка, а «Растворин» оказал положительное влияние только по третьей фракции. По мелкой фракции севка относительно контроля выявлено достоверное снижение урожайности на 1,19 кг/м² при подкормке «Акварином» (НСР₀₅ частных различий фактора А – 1,02 кг/м²).

Во второй год исследований также наблюдалось достоверное снижение общей урожай-

ности при посадке севка первой фракции в среднем на 0,33 кг/м² (рис. 2).



НСР ₀₅ частных различий фактора А	0,54
НСР ₀₅ частных различий фактора В	0,32
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А	0,31
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В	0,19

Рисунок 2 – Общая урожайность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок, кг/м² (2021 г.)

По этому показателю варианты посадки лука репчатого севком второй и третьей фракций существенно не различались.

Подкормка «Акварином» привела к достоверному увеличению общей урожайности лука репчатого в среднем на 0,45 кг/м² в сравнении с контролем (вода) при НСР₀₅ главных эффектов фактора В – 0,19 кг/м².

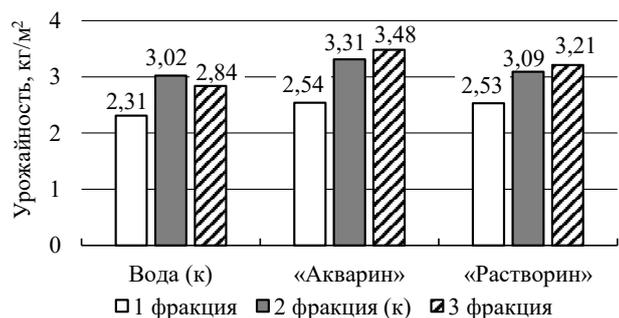
В 2021 г. наибольшая урожайность получена при выращивании лука репчатого из севка третьей фракции и подкормке удобрением «Акварин», прибавка в сравнении с контролем составила 0,86 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора В – 0,32 кг/м².

В среднем за 2 года исследований наблюдали значимое снижение общей урожайности при выращивании лука репчатого из севка первой фракции в среднем на 0,68 кг/м². Средняя общая урожайность лука репчатого, выращенного из севка второй и третьей фракций, была на одном уровне в пределах 3,14–3,18 кг/м² (рис. 3).

Подкормка «Акварином» и «Растворином» позволила увеличить этот показатель в среднем на 0,38 и 0,22 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов фактора В – 0,16 кг/м²).

По мелкому посадочному материалу в сравнении со средней фракцией по всем подкормкам выявлено существенное снижение общей урожайности лука репчатого на 0,56–0,77 кг/м². Подкормки удобрениями при посадке севка крупной фракции, а по средней фракции – подкормка «Акварином» привели к увеличению общей урожайности лука-

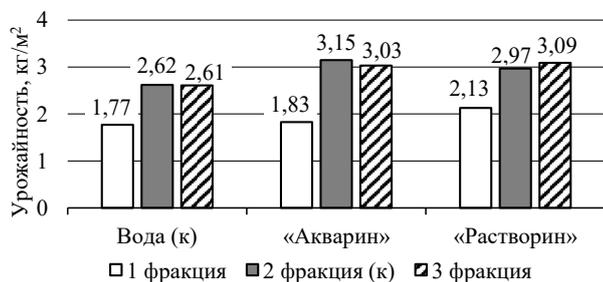
репки на 0,29–0,63 кг/м² при НСР₀₅ частных различий фактора В – 0,27 кг/м².



НСР ₀₅ частных различий фактора А	0,62
НСР ₀₅ частных различий фактора В	0,27
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А	0,36
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В	0,16

Рисунок 3 – Общая урожайность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок, кг/м² (среднее 2020–2021 гг.)

Оба изучаемых фактора оказали влияние на товарную урожайность лука репчатого. В 2020 г. самой высокой оказалась товарная урожайность при подкормке удобрением «Акварин» посадок севком второй фракции – 3,15 кг/м² (рис. 4).



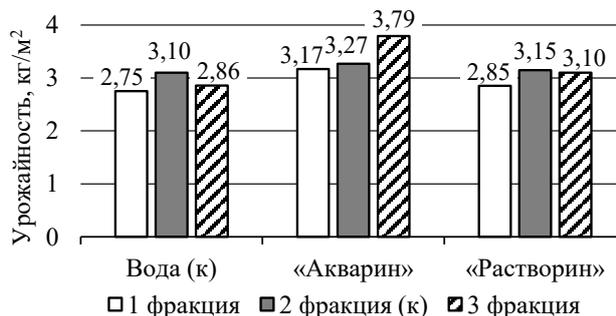
НСР ₀₅ частных различий фактора А	1,10
НСР ₀₅ частных различий фактора В	0,63
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А	0,37
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В	0,21

Рисунок 4 – Товарная урожайность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок, кг/м² (2020 г.)

Выявилось существенное снижение этого показателя в среднем на 1,01 кг/м² при посадке севка первой фракции. Удобрения «Акварин» и «Растворин» достоверно повысили товарную урожайность лука-репки в среднем на 0,34 и 0,40 кг/м².

При посадке севка первой фракции в сравнении с контролем и подкормке «Акварином» лука репчатого произошло существенное снижение данного показателя на 1,32 кг/м².

В 2021 г. наивысшую урожайность лука репчатого получили при выращивании из севка третьей фракции и с подкормкой «Акварином» – 3,79 кг/м² (рис. 5).



НСР ₀₅ частных различий фактора А	0,42
НСР ₀₅ частных различий фактора В	0,33
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А	0,24
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В	0,19

Рисунок 5 – Товарная урожайность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок, кг/м² (2021 г.)

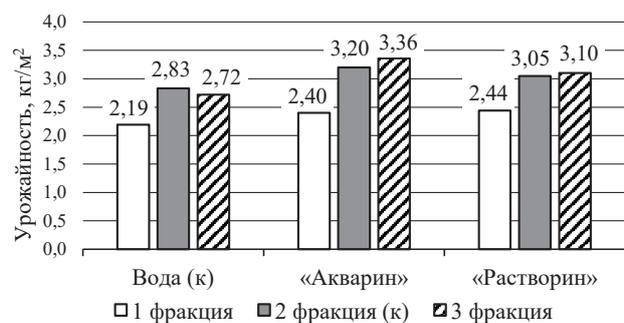
В среднем по посадочному материалу существенное уменьшение этого показателя выявилось при использовании севка первой фракции. Снижение составило 0,25 кг/м² (НСР₀₅ главных эффектов фактора А – 0,24 кг/м²). Максимальная товарная урожайность была получена при подкормке лука репчатого удобрением «Акварин», средняя урожайность значительно оказалась выше в среднем на 0,51 кг/м².

Достоверная прибавка товарной урожайности на 0,52 кг/м² была при подкормке «Акварином» посадок лука севком третьей фракции. Подкормка этим удобрением посадок севка первой и третьей фракций позволила получить товарную урожайность выше на 0,42 и 0,93 кг/м².

В среднем за два года товарная урожайность лука-репки при посадке севка мелкой фракции была значительно ниже в среднем на 0,68 кг/м² (рис. 6).

Применение удобрений позволило получить урожайность существенно выше: на 0,41 и 0,28 кг/м² соответственно при подкормке «Акварином» «Растворином».

Использование при посадке севка мелкого размера и подкормки «Акварином» привело к существенному снижению товарной урожайности на 0,80 кг/м². Подкормки «Акварином» посадок крупной и средней фракциями севка способствовали значимому увеличению этого показателя на 0,38–0,67 кг/м² (НСР₀₅ частных различий фактора – В 0,29 кг/м²).



НСР ₀₅ частных различий фактора А	0,70
НСР ₀₅ частных различий фактора В	0,29
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А	0,40
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В	0,16

Рисунок 6 – Товарная урожайность лука репчатого в зависимости от фракции севка и подкормок, кг/м² (среднее 2020–2021 гг.)

Кроме урожайности важным показателем является качество полученной продукции. Показатели качества определяются многими факторами и зависят от культуры, сорта, технологии возделывания, метеорологических условий, экологических факторов. В исследованиях было изучено влияние фракций посадочного материала и подкормок на показатели качества продукции лука репчатого.

Содержание сухого вещества в луковичах в 2020 г. варьировало в пределах 11,9–16,0 %. Достоверное влияние на сухое вещество оказала подкормка комплексным удобрением «Акварин», увеличив в среднем его содержание в луковичах на 0,8 % (НСР₀₅ главных эффектов фактора В – 0,5 %). Посадка мелкой фракцией севка привела к существенному увеличению данного показателя в луковичах на 2,5 % (табл. 1).

При подкормке хелатами «Акварин» и «Растворин» посадок мелкого севка получено значимое повышение содержания сухого вещества в репке лука репчатого на 1,1 и 1,9 % (НСР₀₅ част. разл. В – 0,9 %). Негативное влияние «Растворина» на данный показатель наблюдали при подкормке посадок лука третьей фракцией, разница с контролем составила 0,9 %.

Подобную тенденцию наблюдали и в 2021 г. Посадка мелкой фракцией севка привела к существенному увеличению на 1,2 %, а крупной фракцией – к уменьшению данного показателя на 1,3 % относительно контроля (НСР₀₅ гл. эф. В – 0,3 %). Влияние изучаемых хелатных удобрений на содержание сухого вещества в луковичах лука репчатого оказалось неоднозначным. Подкормка удобрением «Растворин» снизила данный показатель в среднем на 1,2 %.

Таблица 1 – Содержание сухого вещества в продукции лука репчатого в зависимости от посадочного материала и подкормок хелатными удобрениями, %

Подкормка хелатными удобрениями (В)	Фракция и размер севка, см (А)	2020 г.	2021 г.	Среднее
Вода (к)	1 (0,7–1,4)	14,1	18,0	16,0
	2 (1,5–2,2) (к)	12,5	17,2	14,9
	3 (2,3–3,0)	12,8	13,3	13,1
	Среднее	13,1	16,2	14,7
«Акварин»	1 (0,7–1,4)	15,2	17,8	16,5
	2 (1,5–2,2) (к)	13,0	14,4	13,7
	3 (2,3–3,0)	13,4	16,1	14,8
	Среднее	13,9	16,1	15,0
«Растворин»	1 (0,7–1,4)	16,0	15,2	15,6
	2 (1,5–2,2) (к)	12,3	15,7	14,0
	3 (2,3–3,0)	11,9	14,1	13,0
	Среднее	13,4	15,0	14,2
НСР ₀₅ частных различий фактора А		1,0	0,5	1,0
НСР ₀₅ частных различий фактора В		0,9	0,5	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		0,6	0,3	0,6
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		0,5	0,3	F _ф <F ₀₅

Посадка средней фракцией и подкормка «Акварином» и «Растворином» привели к достоверному снижению сухого вещества на 2,8 и 1,5 %, при этом подкормка «Акварином» на крупной фракции севка увеличила его на 2,8 %.

В среднем за два года исследований достоверная разница содержания сухого вещества в луковичах была отмечена только в зависимости от фракции севка. В луковичах, выращенных из севка первой фракции, сухого вещества содержалось на 1,8 % больше контроля.

Важным показателем качества продукции является содержание в ней водорастворимых сахаров. В зависимости от сорта и условий выращивания, по литературным данным, его содержание варьирует от 6 до 12 %. В наших исследованиях в 2020 г. содержание сахаров в луковичах было высокое, изменялось в пределах 8,2–11,7 %. Изучаемые факторы оказали достоверное положительное влияние на данный показатель. В среднем подкормка комплексными удобрениями привела к значимому повышению содержания водорастворимых сахаров на 1,3 %. Использование мел-

кой фракции севка при посадке также способствовало достоверному увеличению данного показателя в репке на 1,6 % (НСР₀₅ гл. эф. А – 1,5 %). Подкормка хелатными удобрениями «Акварин» и «Растворин» мелкой фракции севка увеличили содержание водорастворимых сахаров в луковицах на 2,1 и 2,5 % (контроль 9,2 %), по средней фракции севка положительное влияние на данный показатель оказал «Растворин», увеличив количество сахаров в луке-репке на 1,8 % при НСР₀₅ частных различий фактора В – 1,5 %.

В 2020 г. изучаемые факторы: фракция севка лука репчатого и подкормка хелатными водорастворимыми удобрениями не оказали существенного влияния на содержание в луковицах витамина С (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание аскорбиновой кислоты в луковицах лука репчатого в зависимости от посадочного материала и подкормок хелатными удобрениями, мг/100 г

Подкормка хелатными удобрениями (В)	Фракция и размер севка, см (А)	2020 г.	2021 г.	Среднее
Вода (к)	1 (0,7–1,4)	6,7	3,2	5,0
	2 (1,5–2,2) (к)	8,5	6,8	7,6
	3 (2,3–3,0)	6,4	5,6	6,0
	Среднее	7,2	5,2	6,2
«Акварин»	1 (0,7–1,4)	9,2	4,4	6,8
	2 (1,5–2,2) (к)	7,6	4,8	6,2
	3 (2,3–3,0)	5,2	4,4	4,8
	Среднее	7,3	4,5	5,9
«Растворин»	1 (0,7–1,4)	6,1	6,8	6,4
	2 (1,5–2,2) (к)	7,5	6,0	6,7
	3 (2,3–3,0)	8,0	6,0	7,0
	Среднее	7,0	6,3	6,7
НСР ₀₅ частных различий фактора А		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ частных различий фактора В		F _ф <F ₀₅	2,2	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		F _ф <F ₀₅	1,3	F _ф <F ₀₅

В 2021 г. увеличение содержания аскорбиновой кислоты в луковицах лука репчатого получено только в варианте с использованием подкормки «Растворином» мелкой фракции, разница с контролем составила 3,6 мг/100 г при НСР₀₅ частных различий фактора В – 2,2 мг/100 г.

Одним из показателей качества продукции является содержание в ней нитратов. Длительное употребление в больших количествах овощей с высоким содержанием нитратов может вызвать отравление организма. Накопление нитратов зависит от биологических особенностей культуры, формы и способа внесения удобрений, соблюдения сроков подкормки, погодных условий и т.д. ПДК по луку-репке 80 мг/кг.

В проведенных исследованиях в 2020 г. содержание нитратов в луке репчатом было невысоким, варьировало в пределах 13,6–14,3 мг/кг, и фракции севка на данный показатель влияния не оказали. Подкормки удобрениями «Акварин» и «Растворин» посадок лука крупной фракцией севка привели к существенному снижению данного показателя на 0,5 мг/кг (табл. 3).

Таблица 3 – Содержание нитратов в луковицах лука репчатого в зависимости от посадочного материала и подкормок хелатными удобрениями, мг/кг

Подкормка хелатными удобрениями (В)	Фракция и размер севка, см (А)	2020 г.	2021 г.	Среднее
Вода (к)	1 (0,7–1,4)	14,2	90,9	52,5
	2 (1,5–2,2) (к)	14,0	63,4	38,7
	3 (2,3–3,0)	14,1	31,7	22,9
	Среднее	14,1	62,0	38,0
«Акварин»	1 (0,7–1,4)	14,3	99,6	56,9
	2 (1,5–2,2) (к)	14,1	61,5	37,8
	3 (2,3–3,0)	13,6	48,0	30,8
	Среднее	14,0	69,7	41,8
«Растворин»	1 (0,7–1,4)	14,3	70,8	42,6
	2 (1,5–2,2) (к)	13,8	67,1	40,5
	3 (2,3–3,0)	13,6	43,2	28,4
	Среднее	13,9	60,4	37,1
НСР ₀₅ частных различий фактора А		F _ф <F ₀₅	19,5	28,8
НСР ₀₅ частных различий фактора В		0,3	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
НСР ₀₅ главных эффектов фактора А		F _ф <F ₀₅	11,3	16,6
НСР ₀₅ главных эффектов фактора В		0,2	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅

В 2021 г. температура воздуха в период вегетации лука репчатого была выше средне-многолетней, что и сказалось на содержании нитратов в луке репчатом, их количество варьировало в пределах 31,7–99,6 мг/кг.

Существенное влияние на содержание нитратов в луке-репке оказала только фракция севка. Посадка первой фракцией севка привела к достоверному увеличению данного показателя на 23,1 мг/кг, а третьей фракцией – к уменьшению на 23,1 мг/кг при НСР₀₅ главных эффектов фактора А – 11,3 мг/кг.

В среднем за два года нитратов в луковичках было в пределах 22,9–52,5 мг/кг. Наблюдалась тенденция увеличения нитратов в репке лука репчатого при посадке севком первой фракции. В целом влияние изучаемых факторов на данный показатель не существенно.

Выводы:

1. В среднем за 2020–2021 гг. при подкормке лука репчатого удобрениями «Акварин» и «Растворин» при посадке севком крупной фракции получили увеличение урожайности на 0,37–0,64 кг/м².

2. Посадка мелкой фракцией севка привела к достоверному повышению накопления сухих веществ в репке лука репчатого, в 2020 г. – на 2,5; в 2021 г. – на 1,2 %. В 2021 г. по мелкой фракции севка выявлено существенное увеличение содержания нитратов в репке и снижение по крупному посадочному материалу, подкормки хелатами не повлияли на данный показатель.

Список источников

1. Бахвалова С. А., Пискунова Х. А., Федорова А. В. Повышение качества зерна яровой пшеницы при применении водорастворимого удобрения «Акварин 5» // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 1 (73). С. 73–77.

2. Биометрические показатели и урожайность лука-репки в зависимости от срока посадки севка / Т. Н. Тутова, Т. Е. Иванова, Л. А. Несмелова [и др.] // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 4 (72). С. 33–40.

3. Влияние минеральных удобрений на рост и развитие лука репчатого в Республике Башкортостан / М. И. Черкашина, Р. Р. Алимгафаров, И. Ю. Кузнецов [и др.] // *Известия Дагестанского ГАУ*. 2023. № 1 (17). С. 89–92.

4. Воробьева А. А. Репчатый лук. Москва: Росагропромиздат, 1989. 44 с.

5. Газизулина А. С., Кархардин И. В., Петров А. Ф. Изучение влияния Растворина на урожайность земляники садовой крупноплодной // *Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: материалы VI Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием*. Новосибирск, 2021. С. 39–41.

6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов

исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Иванова Т. Е., Лекомцева Е. В. Применение микробиологических удобрений при выращивании лука шалота // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 4 (60). С. 15–20.

8. Концевой М. Г., Рябова О. А. Лук репчатый. Ижевск: Удмуртское книжное издательство, 1962. 36 с.

9. Лекомцева Е. В., Иванова Т. Е., Страдина О. А. Сравнительная оценка применения комплексных минеральных удобрений при выращивании лука шалота // *Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: материалы научно-практической конференции Ижевской ГСХА*, 2019. С. 47–52.

10. Матвеева Н. И., Калмыкова Е. В., Петров Н. Ю. Возделывание лука репчатого в условиях Нижнего Поволжья при усовершенствованных технологиях // *Инновационные научные исследования: теория, методология, тенденции развития: материалы V Международной научно-практической конференции*. Уфа, 2021. С. 40–53.

11. Мерзлякова В. М., Соколова Е. В., Сентемов В. В. Микроэлементы с макропользой // *Гавриш*. 2015. № 2. С. 34–39.

12. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / Под ред. В. Ф. Белика. Москва: Агропромиздат, 1992. 319 с.

13. Олейник А. П. Эффективность применения минеральных удобрений в системе удобрения лука репчатого в условиях Аксайского района Ростовской области // *Развитие аграрной науки и практики: состояние, проблемы, перспективы: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Персиановский, 2023. С. 121–126.

14. Петров Н. Ю., Калмыкова Е. В. Комплексные водорастворимые удобрения в технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 2 (64). С. 29–31.

15. Сатункин И. В., Васильев И. В., Ванькова М. О. Влияние расчетных норм минеральных удобрений на эффективное плодородие чернозема южного при капельном орошении лука репчатого // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2016. № 2 (58). С. 34.

16. Тутова Т. Н. Урожайность и качество сортов репчатого лука в зависимости от срока посадки // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 1 (69). С. 25–33.

17. Швецов А. М., Артемьева О. Ф., Сапаева А. А. Влияние подзимних сроков посева на урожайность и качество севка сортов лука репчатого в условиях Удмуртской Республики // *Аграрная наука – инновационному развитию АПК в современных условиях: материалы Всероссийской научно-практической*

конференции. В 3-х т. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. Т. 1. 169–173 с.

18. Яковлева М. И., Димитриев В. Л., Мифодьев Г. А. Урожайность картофеля сорта королева Анна в зависимости от дозы применения удобрения «Акварин-5» в условиях Чувашской Республики // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 3 (26). С. 39–42.

19. Ivanova T., Lekomtseva E., Sokolova E., Tutova T. The use of complex fertilizers in the cultivation of shallot. Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems «Models of Competition and Cooperation». Ekaterinburg, 2020. Vol. 392. P. 134–137. (Series Advances in Social Science, Education and Humanities Research).

20. Barman H., Siddiqui M., Siddique M. [et al.] Combined effect of organic manure and potassium on Growth and yield of onion cv. Bari piazzi. International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. 2013. 3. 47–51.

21. Bista D., Sapkota D., Paudel H., Adhikari G. Effect of foliar application of growth regulators on growth and yield of onion (Allium). International Journal of Horticultural Science and Technology. 2022; 9-2: 247–254.

References

1. Bahvalova S. A., Piskunova H. A., Fedorova A. V. Povyshenie kachestva zerna yarovoj pshenicy pri primenenii vodorastvorimogo udobreniya «Akvarin 5» // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2021. № 1 (73). S. 73–77.

2. Biometricheskie pokazateli i urozhajnost' luka-repki v zavisimosti ot sroka posadki sevka / T. N. Tutova, T. E. Ivanova, L. A. Nesmelova [i dr.] // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 4 (72). S. 33–40.

3. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na rost i razvitie luka repchatogo v Respublike Bashkortostan / M. I. Cherkashina, R. R. Alimgafarov, I. Yu. Kuznecov [i dr.] // Izvestiya Dagestanskogo GAU. 2023. № 1 (17). S. 89–92.

4. Vorob'yova A. A. Repchatyj luk. Moskva: Rosagropromizdat, 1989. 44 s.

5. Gazizulina A. S., Karhardin I. V., Petrov A. F. Izuchenie vliyaniya Rastvorina na urozhajnost' zemlyaniki sadovoj krupnoplodnoj // Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij: materialy VI Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Novosibirsk, 2021. S. 39–41.

6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). 5-e izd., pererab. i dop. Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s.

7. Ivanova T. E., Lekomtseva E. V. Primenenie mikrobiologicheskijh udobrenij pri vyrashchivanii luka shalota // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 4 (60). S. 15–20.

8. Koncevoj M. G., Ryabova O. A. Luk repchatyj. Izhevsk: Udmurtskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1962. 36 s.

9. Lekomtseva E. V., Ivanova T. E., Stradina O. A. Sravnitel'naya ocenka primeneniya kompleksnyh mineral'nyh udobrenij pri vyrashchivanii luka shalota // Agrarnaya nauka – sel'skohozyajstvennomu proizvodstvu: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii Izhevskoj GSKHA, 2019. S. 47–52.

10. Matveeva N. I., Kalmykova E. V., Petrov N. Yu. Vozdelyvanie luka repchatogo v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya pri usovershenstvovannyh tekhnologiyah // Innovacionnye nauchnye issledovaniya: teoriya, metodologiya, tendencii razvitiya: materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Ufa, 2021. S. 40–53.

11. Merzlyakova V. M., Sokolova E. V., Sentemov V. V. Mikroelementy s makropol'zoy // Gavrish. 2015. № 2. S. 34–39.

12. Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bahchevodstve / Pod red. V. F. Belika. Moskva: Agropromizdat, 1992. 319 s.

13. Olejnik A. P. Effektivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij v sisteme udobreniya luka repchatogo v usloviyah Aksajskogo rajona Rostovskoj oblasti // Razvitie agrarnoj nauki i praktiki: sostoyanie, problemy, perspektivy: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Persianovskij, 2023. S. 121–126.

14. Petrov N. Yu., Kalmykova E. V. Kompleksnye vodorastvorimye udobreniya v tekhnologii vzdelyvaniya ovoshchnyh kul'tur v usloviyah Nizhnego Povolzh'ya // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 2 (64). S. 29–31.

15. Satunkin I. V., Vasil'ev I. V., Van'kova M. O. Vliyanie raschyotnyh norm mineral'nyh udobrenij na effektivnoe plodorodie chernozyoma yuzhnogo pri kapel'nom oshohenii luka repchatogo // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 2 (58). S. 34.

16. Tutova T. N. Urozhajnost' i kachestvo sortov repchatogo luka v zavisimosti ot sroka posadki // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 1 (69). S. 25–33.

17. Shvecov A. M., Artem'eva O. F., Sapaeva A. A. Vliyanie podzimnih srokov poseva na urozhajnost' i kachestvo sevka sortov luka repchatogo v usloviyah Udmurtskoj Respubliki // Agrarnaya nauka – innovacionnomu razvitiyu APK v sovremennyh usloviyah: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 3-h t. – Izhevsk: FGBOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2013. T. 1. 169–173 s.

18. Yakovleva M. I., Dimitriev V. L., Mefod'ev G. A. Urozhajnost' kartofelya sorta королева Анна в зависимости от дозы применения удобрения «Акварин-5» в условиях Чувашской Республики // Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2023. № 3 (26). S. 39–42.

19. Ivanova T., Lekomtseva E., Sokolova E., Tutova T. The use of complex fertilizers in the cultivation of shallot. Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems «Models of Competition and Cooperation». Ekaterinburg, 2020. Vol. 392. P. 134–137. (Series Advances in Social Science, Education and Humanities Research).

20. Barman H., Siddiqui M., Siddique M. [et al.] Combined effect of organic manure and potassium on Growth and yield of onion cv. Bari piaz. International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. 2013. 3. 47–51.

21. Bista D., Sapkota D., Paudel H., Adhikari G. Effect of foliar application of growth regulators on growth and yield of onion (Allium). International Journal of Horticultural Science and Technology. 2022; 9-2: 247–254.

Сведения об авторах:

Т. Е. Иванова [✉], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3404-555X>;

Е. В. Лekomтцева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-9468-851X>;

Е. В. Соколова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-0237-3041>;

Т. Н. Тутова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-5925-4334>

Удмуртский ГАУ, ул. Кирова, 16, Ижевск, Россия, 426033

[✉]ivanova.tan13@yandex.ru

Original article

EFFECT OF PLANTING MATERIAL AND CHELATED MINERAL FERTILIZATION ON THE ONIONS PRODUCTIVITY

Tatyana E. Ivanova [✉], **Elena V. Lekomtseva**, **Elena V. Sokolova**, **Tatyana N. Tutova**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

[✉]ivanova.tan13@yandex.ru

Abstract. *The essential items for increasing the productivity of vegetable crops are the high-quality planting material and the use of complex fertilizers. The onion is one of the widespread vegetable crops. It is very demanding on soil fertility and therefore, in order to obtain a high yield of bulbs of good quality, it is necessary to apply fertilization in a form accessible to plants. Water-soluble complex fertilizers quickly penetrate plants, improve plant growth conditions, increase productivity and positively affect the quality indicators of the products obtained. The purpose of the research is to compare the responsiveness of onions to technological methods. The research was conducted on the territory of settlement Italmas in the Zavyalovsky district of the Udmurt Republic. The soil of the site was sod-medium podzolic medium loam, it was characterized by a low humus content (2.12–2.14 %), and the degree of acidity was close to neutral. The base saturation percentage is high. The soil supply with mobile phosphorus is very high (323–325 mg/kg), and with exchangeable potassium is higher than normal (141–145 mg/kg). The soil conditions were suitable for growing onions. The application of Aquarin and Rastvorin fertilizers was studied for planting seed onions of different sizes (bulb diameter: I fraction – 0.7–1.4; II – 1.5–2.2; III – 2.3–3.0 cm). The results of the conducted research proved the positive effect of Aquarin and Rastvorin fertilization during planting the seed onion of the third fraction on the total and commercial yield of onions on average for the period 2020–2021. The studied factors had an ambiguous effect on the quality indicators of onion products. In both years of research, the accumulation of dry substances in the bulb of onions was found when planting a small fraction of the seed onion, fertilization did not affect this indicator. There was a significant increase in nitrates in bulbs for small planting material and a decrease in the planting of a large seed fraction in 2021.*

Key words: *productivity, onion, seed fraction, fertilizers, open ground, quality indicators, Udmurt Republic.*

For citation: *Ivanova T. E., Lekomtseva E. V., Sokolova E. V., Tutova T. N. Effect of planting material and chelated mineral fertilization on the onions productivity. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 12-20. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_12-20.*

Authors:

T. E. Ivanova [✉], Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3404-555X>;

E. V. Lekomtseva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9468-851X>;

E. V. Sokolova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-0237-3041>;

T. N. Tutova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5925-4334>

Udmurt State Agricultural University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

[✉]ivanova.tan13@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 27.12.2023; одобрена после рецензирования 14.02.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 27.12.2023; approved after reviewing 14.02.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 633.522:631.531.011

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_21-29

ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН В УРОЖАЕ СОРТОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ОДНОДОМНОЙ КОНОПЛИ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

Корепанова Елена Витальевна, Медведева Гульзира Рамазановна[✉],
Гореева Вера Николаевна, Исламова Чулпан Марсовна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

[✉]gulzira.galieva@gmail.com

Аннотация. Представлены экспериментальные данные по изменению посевных качеств семян в урожае сортов среднерусской однодомной конопля Надежда, Вера и Сурская в зависимости от нормы высева в технологии возделывания на двустороннее использование. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве. Изменение лабораторной всхожести семян, полученных с урожаем конопля в 2020–2022 гг., на 85,8 % зависело от абиотических условий, на 4,3 % – от нормы высева и на 0,1 % – от сорта. Почвенно-метеорологические условия 2021 и 2022 гг. обусловили формирование семян сортов конопля с большей лабораторной всхожестью на 15–20 % и 13–19 % относительно данного показателя в 2020 г. В абиотических условиях вегетационного периода 2021 г. при его длине 118–122 суток сорта конопля сформировали семена с массой 1000 шт. больше на 2,0–2,4 и 2,1–2,8 г, с энергией прорастания – больше на 17–24 % и 9–11 %, чем аналогичные показатели, полученные в 2020 и в 2022 гг. соответственно. В среднем за три года исследований у конопля сорта Надежда получены семена с массой 1000 шт. больше на 0,7–1,0 г в сравнении с данным показателем у других сортов. Полученные в урожае семена сортов конопля наибольшую массу 1000 семян (14,2 г) и энергию прорастания (73 %) обеспечили при норме высева 0,4 млн шт./га независимо от сорта. Лучшая лабораторная всхожесть семян у сортов Надежда (91 %) и Вера получена при норме высева 0,4 млн шт./га, у сорта Сурская (89 %) – при высева 0,4 и 0,8 млн шт./га.

Ключевые слова: однодомная конопля, сорт, норма высева, энергия прорастания, лабораторная всхожесть.

Для цитирования: Посевные качества семян в урожае сортов среднерусской однодомной конопля при разных нормах высева в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова, Г. Р. Медведева, В. Н. Гореева, Ч. М. Исламова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 21–29. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_21-29.

Актуальность. В Средневековье конопля широко выращивалась для собственного потребления. Конопля для промышленной переработки в России занимала наибольшие площади в мировом масштабе. Культура в структуре посевных площадей сельского хозяйства имела наибольший удельный вес. С целью расширения посевов и повышения продуктивности технической конопля в мире и в нашей стране были установлены различные программы развития [12, 18].

Конопля является растением, в котором содержатся психотропные вещества, в силу этого она привлекает особое внимание правоохранительных органов. В ее составе присутствует соединение тетрагидроканнабинол, от которого у людей возникает патологически измененное состояние сознания [16]. В нашей стране селекционная работа по выведению

сортов конопля, не содержащих запрещенного вещества, началась еще в 1973 г. Сейчас на территории страны разрешено культивирование 32 сортов технической конопля [19]. Изучение такой непростой, но в то же время интересной культуры является актуальным.

В агрометеорологических условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации начаты экспериментальные исследования по установлению элементов технологии выращивания выведенных сортов конопля, приспособленных к конкретным почвенно-климатическим факторам [5–6, 15, 20]. На рост продуктивности полевых культур влияет ряд условий: так, в селекционной практике энергия прорастания и всхожесть семян являются неотъемлемой частью, поскольку данные показатели влияют на дружность и полноту всходов [17].

На посевные качества полученных в урожае семян влияют разные факторы, такие как состояние созревания семян, период и способ уборки, наступление послеуборочного дозревания, наличие влаги в семенах, приемы сушки, срок и условия хранения, крупность и морфофизиологические показатели семян. Для конопли характерно неравномерное развитие репродуктивных органов. Сначала зацветают цветки, а, следовательно, и созревают семена в нижней части соцветия, затем в средней и далее в верхней. Наблюдаются случаи, когда в нижней части соцветия образуются уже отдельные семена, а в верхней части еще зацветают цветки. Между созреванием семян в нижней и средней частях соцветия проходит около 10–15 дней, а между созреванием семян в нижней и верхней частях соцветия – около месяца. Таким образом весь процесс созревания от начала до полной физиологической спелости длится 25–30 суток. Среднерусские сорта конопли созревают более равномерно, имеют плотное соцветие, семена ее хорошо охвачены прицветниками. Эти сорта являются наименее осыпающимися [2, 4].

Наивысший хозяйственный урожай семян получается при уборке конопли во время созревания в средней части соцветия. При уборке в этот период есть еще часть семян недозревших, но оттягивать уборку из-за этого не следует, так как более поздняя уборка приводит к большим потерям. Невызревшие семена приобретают оптимальные посевные качества при послеуборочном дозревании. К увеличению всхожести семян приводит уборка, проведенная в оптимальные сроки при отсутствии осадков, по сравнению с задержкой уборки во влажных погодных условиях [17].

Вследствие недостаточного содержания питательных веществ мелкие семена дают более низкую всхожесть относительно той, которую формирует крупная и выполненная фракция. Как и у многих других культур, величина конопляного семени в значительной степени изменяется в зависимости от условий выращивания, технологии возделывания и сортовых особенностей. Сорта среднерусской конопли относятся к среднесеменным, со средней абсолютной массой семян 16 г и колебаниями в пределах от 13 до 18 г [7].

На базе Удмуртского ГАУ сотрудниками кафедры растениеводства, земледелия и селекции ведутся научные изыскания по изучению посевных качеств семян лубоволокнистых культур (льна-долгунца и льна маслич-

ного) в зависимости от технологических приемов возделывания [8, 13].

Изучением вопроса о влиянии обработки почвы перед посевом и способа уборки на формирование посевных качеств семенного материала конопли занимались в Пензенской области [3, 4]; способа посева, применения чеканки – в степных условиях Хакасии [10, 11]; нормы высева – в условиях Краснодарской лесостепи [7] и в Чувашской Республике [1]. Однако результаты экспериментальных исследований по формированию посевных качеств семян в зависимости от нормы высева современных сортов однодомной конопли среднерусского типа в Среднем Предуралье пока не получены.

Цель исследований: изучение посевных качеств семян в урожае разных сортов среднерусской технической конопли в зависимости от нормы высева.

Задачи: оценить долю влияния нормы высева, сорта и метеорологических условий на посевные качества полученных в урожае семян; установить влияние нормы высева на энергию прорастания, лабораторную всхожесть и массу 1000 семян сортов конопли.

Материалы и методика. Сорта однодомной конопли среднерусского типа Надежда, Вера и Сурская являлись объектом настоящих исследований. Постановка научных опытов проводилась в 2020–2022 гг. на типичных для Среднего Предуралья дерново-среднеподзолистых почвах среднесуглинистого гранулометрического состава. Содержание органического вещества – от низкого до среднего; подвижного фосфора и калия – от повышенного до очень высокого. Обменная кислотность почвы – от сильнокислой до близкой к нейтральной. Опыт микрополевой двухфакторный, повторность вариантов 6-кратная. Размещение вариантов – методом расщепленных делянок, площадь делянки первого порядка – 7,2 м², второго – 1,8 м². Схема опыта представлена в таблице 2. Обработка почвы опытных участков проводилась согласно зональным рекомендациям. Посев выполняли вручную с шириной междурядий 45 см широкорядным способом в I декаде мая. Уборка осуществлялась при полном созревании семян. Метод учета урожайности семян сплошной с каждой делянки с последующим перерасчетом на стандартную влажность семян – 13 % (ГОСТ 12037–81) и на 100 %-ную чистоту (ГОСТ 12041–82). По методике, описанной в ГОСТ 12038–84, определяли посев-

ные качества (энергия прорастания и лабораторная всхожесть), и в ГОСТ 12042-80 – массу 1000 семян (ГОСТ 52325-2005). Данные о средней температуре воздуха за сутки и количестве выпавших атмосферных осадков взяты из архивных данных метеорологической станции г. Ижевска [14]. Метод дисперсионного анализа использовали для выявления достоверности результатов опыта, метод корреляционного – для установления тесноты и связи изучаемых признаков [9].

Результаты исследований. Формирование и созревание семян проходило в разных метеорологических условиях (рис. 1).

Первая половина вегетации конопли в 2020 г. проходила в условиях с относительно низкой температурой воздуха в среднем за сутки 13,4...14,6 °С и количеством выпавших осадков, составившим 46–78 % от климатической нормы. В течение суток в июле наблюдали резкие перепады температуры от 4,0 до 35 °С, и осадков выпало 150 % от нормы. В августе, когда происходило созревание семян, воздух прогревался до 15,9 °С, а количество осадков составило 60 % от среднемесячных значений, что привело к формированию семян с низкими посевными качествами.

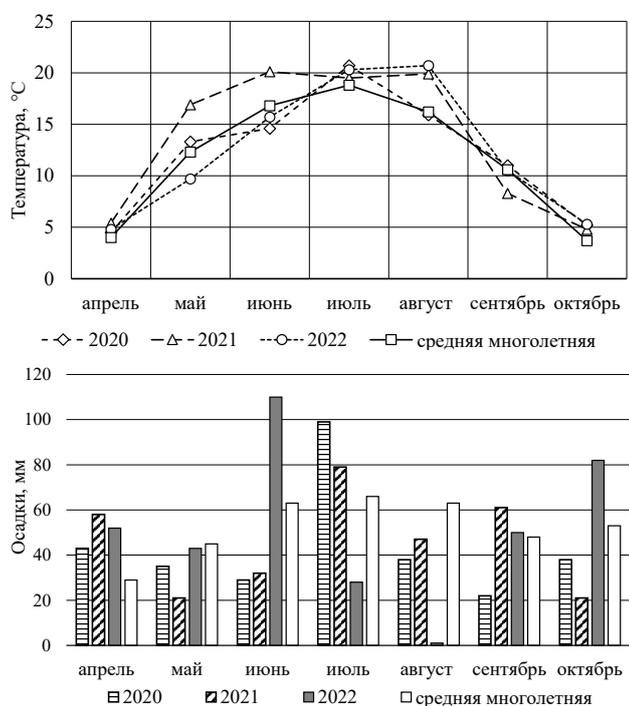


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2020–2022 гг. (по данным метеорологической станции г. Ижевска)

Погода вегетационного периода 2021 г. отличалась жаркими и засушливыми условиями. В период бутонизации – цветения со-

ртов конопли в июне, июле и августе температура воздуха в среднем за сутки составила 19,5...20,1 °С, и это благоприятно сказалось на формировании семян. Осадки локального, ливневого характера выпадали в июле и в сентябре и в сумме составили 119 % и 127 % от климатической нормы соответственно, в остальные месяцы вегетационного периода количество осадков наблюдали ниже среднемесячных значений на 25–53 %.

В 2022 г. рост и развитие конопли в первой половине вегетации происходили при прохладной погоде с температурой 9,7...15,7 °С и обильном выпадении осадков 94–175 % от среднего значения. В период, когда у конопли наблюдали формирование и созревание семян, температура воздуха в среднем за сутки была на уровне 20,3...20,7 °С, и осадков практически не наблюдалось (сумма осадков 2–42 %), что благоприятно отразилось на образовании семян.

Путем проведения трехфакторного дисперсионного анализа были выявлены доли влияния технологических приемов – нормы высева и сорта, а также абиотических условий (год) на посевные качества семян, полученных с урожаем (рис. 2). Изменение лабораторной всхожести семян, полученных с урожаем конопли в 2020–2022 гг., на 85,8 % зависело от абиотических условий. Вклад нормы высева на изменения лабораторной всхожести семян составил 4,3 %, вклад сорта – 0,1 %.

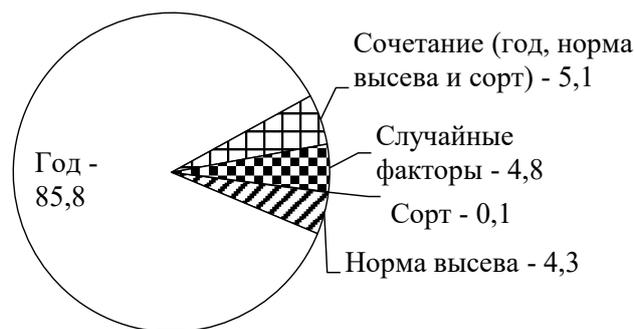


Рисунок 2 – Доля влияния технологических приемов и абиотических условий (год) на лабораторную всхожесть семян конопли, % (среднее за 2020–2022 гг.)

Таким образом, условия вегетационного периода влияли на рост и развитие растений конопли. Продолжительность вегетационного периода в изучаемые годы у исследуемых сортов конопли различалась (табл. 1). У сорта Надежда вегетационный период в 2020 г. длился 99 сут., в 2021 г. – 118 сут. и в 2022 г. –

113 сут.; у сортов Вера и Сурская в аналогичных метеорологических условиях длина вегетационного периода составила 95 и 106 сут., 117 и 122 сут., 111 и 114 сут. соответственно. У сортов конопля продолжительность периода всходы – полная спелость в 2020 г. была короче на 16–22 сут. и на 8–16 сут., чем в 2021 и 2022 гг. соответственно.

Таблица 1 – Продолжительность вегетационного периода сортов среднерусской однодомной конопля

Год	Продолжительность, сут.		
	Надежда	Вера	Сурская
2020 г.	99	95	106
2021 г.	118	117	122
2022 г.	113	111	114

Разные метеорологические условия, сложившиеся в период роста и развития сортов конопля, отразились на качестве семян. В 2020 г. по массе 1000 семян сорта конопля не различались (табл. 2). Посев семян с нормой высева 0,8 млн шт./га способствовал получению семян с наибольшей массой 1000 шт. (13,7 г), что на 0,6–2,2 г больше относительно аналогичного показателя при посеве с меньшей и большими нормами высева (НСР₀₅ для главного эффекта В – 0,4 г).

В 2021 и 2022 гг. у конопля Надежда сформировались семена с большей на 0,8–0,9 г массой 1000 шт. (НСР₀₅ для главных эффектов А – 0,6 г) и на 0,8–1,6 г (НСР₀₅ для главных эффектов А – 0,4 г) соответственно по отно-

шению к аналогичным показателям у сортов Вера и Сурская. Изреженные посевы с высевом 0,4 млн шт. всхожих семян на 1 га привели к получению семян с наибольшей массой 1000 шт. – 15,7 г в 2021 г., 14,0 – в 2022 г. Прибавка соответственно составила 0,4–1,8 г (НСР₀₅ для главного эффекта В – 0,4 г) и 0,8–3,6 г (НСР₀₅ для главного эффекта В – 0,4 г) в сравнении с массой 1000 семян в более загущенных посевах.

По усредненным данным, за годы исследований у конопля Надежда сформировались семена с большей на 0,7–1,0 г массой 1000 семян относительно аналогичного элемента структуры урожайности у других изучаемых сортов (НСР₀₅ для главных эффектов А – 0,4 г). В изреженных посевах с самой низкой нормой высева 0,4 млн шт./га были получены семена с наибольшей массой 1000 шт. – 14,2 г. Загущение посевов до 0,8–1,6 млн шт./га привело к снижению массы 1000 семян на 0,2–1,9 г (НСР₀₅ для главных эффектов В – 0,2 г).

На третьи сутки всхожесть семян (энергия прорастания), полученных в урожае 2020 г., по вариантам опыта составила 51–71 %, из урожая 2021 г. – 75–89 % и урожая 2022 г. – 66–72 % (табл. 3), на седьмые сутки (лабораторная всхожесть) проросло соответственно 70–83 %, 92–95 % и 90–96 % (табл. 4). У семян, полученных с загущенных посевов с нормой высева 1,6 млн шт./га, была существенно ниже энергия прорастания и всхожесть на седьмые сутки, чем у семян с изреженных посевов, соответственно в 2020 г. на 13 % и 6 %, в 2021 г. – на 7 % и 3 %, в 2022 г. – на 4 % и 4 %.

Таблица 2 – Влияние разных норм высева на массу 1000 семян сортов конопля, г

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)
	0,4 млн	0,8 млн	1,2 млн (контроль)	1,6 млн	
2020 г.					
Надежда (контроль)	12,7	13,4	14,8	11,8	13,1
Вера	13,0	13,8	12,6	11,2	12,7
Сурская	12,9	13,9	11,8	11,5	12,5
Среднее (В)	12,9	13,7	13,1	11,5	-
2021 г.					
Надежда (контроль)	16,0	15,6	15,4	15,0	15,5
Вера	15,3	15,0	14,7	13,6	14,7
Сурская	15,7	15,2	14,3	13,1	14,6
Среднее (В)	15,7	15,3	14,8	13,9	-
2022 г.					
Надежда (контроль)	14,7	13,5	12,9	12,3	13,4
Вера	13,8	12,9	12,1	11,7	12,6
Сурская	13,6	13,1	10,5	10,1	11,8
Среднее (В)	14,0	13,2	11,8	11,4	-

Окончание таблицы 2

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)			
	0,4 млн	0,8 млн	1,2 млн (контроль)	1,6 млн				
Среднее за 2020–2022 гг.								
Надежда (контроль)	14,5	14,2	14,4	13,0	14,0			
Вера	14,0	13,9	13,1	12,2	13,3			
Сурская	14,1	14,1	12,2	11,6	13,0			
Среднее (В)	14,2	14,0	13,2	12,3	-			
НСР ₀₅	2020 г.		2021 г.		2022 г.		2020–2022 гг.	
	А	В	А	В	А	В	А	В
частных различий	F _φ <F ₀₅	0,7	1,2	0,6	1,0	0,7	0,8	0,4
главных эффектов		0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Таблица 3 – Влияние нормы высева на энергию прорастания семян в урожае сортов конопли, %

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)			
	0,4 млн	0,8 млн	1,2 млн (контроль)	1,6 млн				
2020 г.								
Надежда (контроль)	63	55	53	51	56			
Вера	62	59	55	49	56			
Сурская	71	66	59	56	63			
Среднее (В)	65	60	56	52	-			
2021 г.								
Надежда (контроль)	89	78	77	76	80			
Вера	80	79	77	75	78			
Сурская	81	81	78	77	80			
Среднее (В)	83	79	77	76	-			
2022 г.								
Надежда (контроль)	71	69	69	67	69			
Вера	72	70	69	67	69			
Сурская	70	70	69	66	69			
Среднее (В)	71	70	69	67	-			
Среднее за 2020–2022 гг.								
Надежда (контроль)	76	67	66	65	68			
Вера	71	69	67	64	68			
Сурская	74	73	69	67	71			
Среднее (В)	73	70	67	65	-			
НСР ₀₅	2020 г.		2021 г.		2022 г.		2020–2022 гг.	
	А	В	А	В	А	В	А	В
частных различий	F _φ <F ₀₅	8	7	6	2	5		
главных эффектов		4	4	3	1	3		

Таблица 4 – Влияние нормы высева на лабораторную всхожесть семян сортов конопли, %

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)
	0,4 млн	0,8 млн	1,2 млн (контроль)	1,6 млн	
2020 г.*					
Надежда (контроль)	83	72	71	70	74
Вера	80	74	75	71	75
Сурская	79	81	77	76	78
Среднее (В)	81	76	74	72	-

Окончание таблицы 4

Сорт (А)	Норма высева, штук всхожих семян на 1 га (В)				Среднее (А)			
	0,4 млн	0,8 млн	1,2 млн (контроль)	1,6 млн				
2021 г.**								
Надежда (контроль)	95	94	93	93	94			
Вера	95	94	92	92	93			
Сурская	94	94	93	92	93			
Среднее (В)	95	94	92	92	-			
2022 г.***								
Надежда (контроль)	96	94	93	91	93			
Вера	96	95	93	93	94			
Сурская	94	92	91	90	91			
Среднее (В)	95	94	92	91	-			
Среднее за 2020–2022 гг.								
Надежда (контроль)	91	87	86	85	87			
Вера	90	87	86	85	87			
Сурская	89	89	87	86	88			
Среднее (В)	90	88	86	85	-			
НСР ₀₅	2020 г.		2021 г.		2022 г.		2020–2021 гг.	
	А	В	А	В	А	В	А	В
частных различий	5	6	F _ф <F ₀₅	3	3	2	F _ф <F ₀₅	3
главных эффектов	2	3		2	2	1		2

Примечание: * – $r = 0,12$; ** – $r = 0,81$; *** – $r = 0,86$ с массой 1000 семян.

В условиях прохладной и дождливой погоды во время созревания семян в 2020 г. сформировался урожай с посевными качествами семян, отличающимися низкой энергией прорастания и лабораторной всхожестью на 2–26 % и на 13–20 % соответственно, чем в урожае 2021 и 2022 гг. Сорта Надежда и Вера имели всхожесть семян на 3–4 % ниже, чем аналогичный показатель у сорта Сурская (НСР₀₅ главных эффектов А – 2 %). Отклонений по данному показателю в 2021 г. у сортов конопли не выявлено. Семена сортов Надежда и Вера, сформировавшиеся в 2022 г., обеспечили лучшую на 2–3 % лабораторную всхожесть, чем у сорта Сурская (НСР₀₅ главных эффектов А – 2 %).

Слабая корреляционная связь (табл. 4) была выявлена у лабораторной всхожести с массой 1000 семян в 2020 г. ($r = 0,12$), сильная – у этих же показателей в 2021 г. ($r = 0,81$) и 2022 г. ($r = 0,86$).

В среднем за три года энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян были на 3–8 % (НСР₀₅ главных эффектов для фактора В – 3 %) и 2–5 % (НСР₀₅ главных эффектов для фактора В – 2 %) соответственно выше в урожае, полученном при высева семян с нормой 0,4 млн шт./га, по сравнению с данными показателями посевных качеств семян, полученных в урожае при высева с нормами 0,8–1,6 млн шт./га. Посев

с нормами высева 1,2 и 1,6 млн шт./га не оказывал влияния на посевные качества семян, полученных с урожаем. Урожай семян у сортов Надежда и Вера значительно уступал по энергии прорастания на 3 % при НСР₀₅ главных эффектов для фактора А – 1 %. При проверке семян на лабораторную всхожесть между изучаемыми сортами Надежда, Вера и Сурская не было существенной разницы. По вариантам опыта с нормой высева лучшая лабораторная всхожесть семян оказалась у сортов Надежда (91 %) и Вера (90 %) при посеве 0,4 млн шт./га, у Сурской (89 %) – при посеве 0,4 и 0,8 млн шт./га. Более загущенные изучаемые приемы приводили к снижению посевных качеств на 3–6 % (НСР₀₅ частных различий для фактора В – 3 %).

Вывод. Почвенно-метеорологические условия года на 85,8 % повлияли на изменения лабораторной всхожести семян, полученных в урожае сортов среднерусской конопли Надежда, Вера и Сурская. В абиотических условиях вегетационного периода 2021 г. при его длине 118–122 сут. сорта конопли сформировали семена с массой 1000 шт. больше на 2,0–2,4 и 2,1–2,8 г, энергией прорастания – больше на 17–24 % и 9–11 %, чем аналогичные показатели, полученные в 2020 и в 2022 гг. соответственно. Лабораторная всхожесть семян изуча-

емых сортов конопли в урожае 2020 г. уступала на 15–20 % и на 13–19 % аналогичному показателю в 2021 и 2022 гг. соответственно. Между лабораторной всхожестью и массой 1000 семян установлена положительная корреляционная связь в 2020 г. – слабая ($r = 0,12$), в 2021 и 2022 гг. – сильная ($r = 0,81$ и $r = 0,86$ соответственно). В изучаемых годах у конопли сорта Надежда получены семена с массой 1000 шт. больше на 0,7–1,0 г относительно других исследуемых сортов. Посев семян с нормой высева 0,4 млн шт./га способствовал образованию семян с лучшими показателями массы 1000 семян – 14,2 г и энергии прорастания – 73 %. Семена, полученные с урожая сортов Надежда (91 %) и Вера (90 %), показали высокую лабораторную всхожесть при посеве с нормой высева 0,4 млн шт./га, у сорта Сурская (89 %) данный показатель был выше при 0,4 и 0,8 млн шт./га.

Список источников

1. Александрова Л. Н., Ефейкин Д. П. Влияние нормы высева на посевные качества семян конопли // *Аграрная наука*. 2013. № 7. С. 17–18.
2. Аринштейн А. И., Хренникова А. С. Конопляное растение // *Коноплеводство. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы*. 1953. С. 11–35.
3. Бакулова И. В. Влияние способа уборки конопли посевной на урожайность и качество семян в условиях Среднего Поволжья // *Аграрный научный журнал*. 2023. № 8. С. 17–23.
4. Бакулова И. В., Плужникова И. И., Криушин Н. В. Посевные качества семян и продуктивность безнаркотических сортов конопли в зависимости от предпосевной обработки // *Нива Поволжья*. 2020. № 2 (55). С. 71–76.
5. Влияние глубины посева на продуктивность среднерусской однодомной конопли Надежда в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева, В. Н. Гореева [и др.] // *Пермский аграрный вестник*. № 3 (43). 2023. С. 21–28.
6. Галиева Г. Р., Корепанова Е. В., Гореева В. Н. Сортная реакция среднерусской однодомной конопли на норму высева качеством тресты в Среднем Предуралье // *Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции*. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. С. 20–25.
7. Гиесов Н. К., Бободжонов А. А., Пулотов А. А. Влияние нормы высева на посевные качества семян конопли в условиях Красноярской лесостепи // *Студенческая наука – взгляд в будущее: материалы XV Всероссийской студенческой научной конференции*, Красноярск, 26–27 марта 2020 года. Том Часть 1. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2020. С. 57–60.
8. Гореева В. Н., Корепанова Е. В., Галиев Р. Р. Обработка почвы, удобрения и инсектициды в технологии возделывания льна масличного в Среднем Предуралье. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. 132 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат. 1985. 351 с.
10. Еленкова Н. Г., Кадычegov А. Н. Влияние чеканки технической конопли на урожайность и посевные качества семян в степных условиях Хакасии // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова*. 2023. № 1 (70). С. 20–27.
11. Еленкова Н. Г., Акимова О. И., Кадычegov В. И. Влияние ширины междурядий на урожайность и посевные качества семян технической конопли в степных условиях Хакасии // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2023. № 1 (219). С. 9–17.
12. Кадыров М. А. О возделывании конопли в Беларуси // *Беларус. сел. хоз-во*. 2005. № 5. С. 14–14.
13. Корепанова Е. В., Фатыхов И. И. Нормы высева и приемы уборки льна-долгунца на семена в Среднем Предуралье. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. 136 с.
14. Погода и климат / Погода в Ижевске [Электронный ресурс]. Обновляется в течение суток. URL: www.pogodaiklimat.ru (дата обращения: 30.11.2023).
15. Продуктивность сортов среднерусской однодомной конопли при разных нормах высева в технологии возделывания на волокно в Среднем Предуралье / Г. Р. Галиева, Е. В. Корепанова, В. Н. Гореева [и др.] // *Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России*. Ижевск, 2021. С. 22–30.
16. Романенко А. А., Скрипников С. Г., Сухорада Т. И. Конопля. Прошлое. Настоящее. Будущее? // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 3. С. 39–41.
17. Сенченко Г. И., Тимонин М. А. Конопля. Москва: Колос, 1978. 287 с.
18. Смирнова Т. В., Барабанщикова И. С. Лубяные волокна (на примере конопли) в мире и России: история и перспективы развития // *Физика волоконистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX)*. 2020. № 1. С. 10–14.
19. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию [Электронный ресурс]. URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr/culture/134.html> (дата обращения: 04.01.2024).
20. Урожайность и содержание белка в семенах среднерусской однодомной конопли при разных

нормах высева в Среднем Предуралье / Е. В. Корепанова, Г. Р. Галиева, В. Н. Гореева [и др.] // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 5.

References

1. Aleksandrova L. N., Efejkin D. P. Vliyanie normy vyseva na posevnye kachestva semyan konopli // *Agrarnaya nauka*. 2013. № 7. S. 17–18.
2. Arinshtejn A. I., Hrennikova A. S. Konoplyanoe rastenie // *Konoplevodstvo. Gosudarstvennoe izdatel'stvo sel'skohozyajstvennoj literatury*. 1953. S. 11–35.
3. Bakulova I. V. Vliyanie sposoba uborki konopli posevnoj na urozhajnost' i kachestvo semyan v usloviyah Srednego Povolzh'ya // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. 2023. № 8. S. 17–23.
4. Bakulova I. V., Pluzhnikova I. I., Kriushin N. V. Posevnye kachestva semyan i produktivnost' beznarkoticheskikh sortov konopli v zavisimosti ot predposevnoj obrabotki // *Niva Povolzh'ya*. 2020. № 2 (55). S. 71–76.
5. Vliyanie glubiny poseva na produktivnost' srednerusskoj odnodomnoj konopli Nadezhda v Srednem Predural'e / E. V. Korepanova, G. R. Galieva, V. N. Goreeva [i dr.] // *Permskij agrarnyj vestnik*. № 3 (43). 2023. S. 21–28.
6. Galieva G. R., Korepanova E. V., Goreeva V. N. Sortovaya reakciya srednerusskoj odnodomnoj konopli na normu vyseva kachestvom tresty v Srednem Predural'e // *Nauchnye razrabotki i innovacii v reshenii strategicheskikh zadach agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2022. S. 20–25.
7. Giesov N. K., Bobodzhonov A. A., Pulotov A. A. Vliyanie normy vyseva na posevnye kachestva semyan konopli v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi // *Studencheskaya nauka – vzglyad v budushchee: materialy XV Vserossiyskoj studencheskoj nauchnoj konferencii*, Krasnoyarsk, 26–27 marta 2020 goda. Tom Chast' 1. Krasnoyarsk: Krasnoyarskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. S. 57–60.
8. Goreeva V. N., Korepanova E. V., Galiev R. R. Obrabotka pochvy, udobreniya i insektitsidy v tekhnologii vzdelyvaniya l'na maslichnogo v Srednem Predural'e. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. 132 s.
9. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. Moskva: Agropromizdat. 1985. 351 s.
10. Elenkova N. G., Kadychegov A. N. Vliyanie chekanki tekhnicheskoy konopli na urozhajnost' i posevnye kachestva semyan v stepnykh usloviyah Hakasii // *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova*. 2023. № 1 (70). S. 20–27.
11. Elenkova N. G., Akimova O. I., Kadychegova V. I. Vliyanie shiriny mezhduryadij na urozhajnost' i posevnye kachestva semyan tekhnicheskoy konopli v stepnykh usloviyah Hakasii // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2023. № 1 (219). S. 9–17.
12. Kadyrov M. A. O vzdelyvanii konopli v Belarusi // *Belarus. sel. hoz-vo*. 2005. № 5. S. 14–14.
13. Korepanova E. V., Fatyhov I. I. Normy vyseva i priemy uborki l'na-dolgunca na semena v Srednem Predural'e. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2017. 136 s.
14. Pogoda i klimat / Pogoda v Izhevske [Elektronnyj resurs]. Obnovlyaetsya v techenie sutok. URL: www.pogodaiklimat.ru (data obrashcheniya: 30.11.2023).
15. Produktivnost' sortov srednerusskoj odnodomnoj konopli pri raznykh normah vyseva v tekhnologii vzdelyvaniya na volokno v Srednem Predural'e / G. R. Galieva, E. V. Korepanova, V. N. Goreeva [i dr.] // *Tekhnologicheskie trendy ustojchivogo funkcionirovaniya i razvitiya APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj godu nauki i tekhnologii v Rossii*. Izhevsk, 2021. S. 22–30.
16. Romanenko A. A., Skripnikov S. G., Suhorada T. I. Konoplya. Proshloe. Nastoyashchee. Budushchee? // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016. T. 30. № 3. S. 39–41.
17. Senchenko G. I., Timonin M. A. Konoplya. Moskva: Kolos, 1978. 287 s.
18. Smirnova T. V., Barabanshchikova I. S. Lubyanye volokna (na primere konopli) v mire i Rossii: istoriya i perspektivy razvitiya // *Fizika voloknistykh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX)*. 2020. № 1. S. 10–14.
19. Sorta rastenij, vkluyuchennye v Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij, dopushchennykh k ispol'zovaniyu [Elektronnyj resurs]. URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr/culture/134.html> (data obrashcheniya: 04.01.2024).
20. Urozhajnost' i sodержanie belka v semenah srednerusskoj odnodomnoj konopli pri raznykh normah vyseva v Srednem Predural'e / E. V. Korepanova, G. R. Galieva, V. N. Goreeva [i dr.] // *АгроЭкоИнфо*. 2023. № 5.

Сведения об авторах:

Е. В. Корепанова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-7989-9455>;

Г. Р. Медведева , ассистент, <https://orcid.org/0000-0003-3544-9521>;

В. Н. Гореева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3115-7695>;

Ч. М. Исламова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-8324-9033>

Удмуртский ГАУ, ул. Кирова, 16, Ижевск, Россия, 426033

 gulzira.galieva@gmail.com

Original article

SOWING QUALITIES OF SEEDS IN THE YIELD OF VARIETIES OF CENTRAL RUSSIAN MONOECIOUS HEMP AT DIFFERENT SEEDING RATES IN THE MIDDLE CIS-URAL REGION

Elena V. Korepanova, Gulzira R. Medvedeva[✉], Vera N. Goreeva, Chulpan M. Islamova

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

[✉]gulzira.galieva@gmail.com

Abstract. *The article presents experimental data on the change in the sowing qualities of seeds in the yield of varieties of Central Russian monoecious hemp Nadezhda, Vera and Surskaya, depending on the norm of sowing in cultivation technology for dual use. The studies were carried out on soddy medium podzolic middle loamy soil in 2020–2022. A change in the laboratory germination rate of seeds of hemp harvest of 2020–2022 depended on abiotic conditions by 85.8 %, on the seeding norm by 4.3 % and on the variety by 0.1 %. Soil and meteorological conditions in 2021 and 2022 caused the formation of seeds of hemp varieties with higher laboratory germination by 15–20 % and 13–19 %, respectively, relative to this indicator in 2020. Under abiotic conditions of the vegetation period of 2021 with its length of 118–122 days, hemp varieties formed seeds with a weight of 1000 pieces greater by 2.0–2.4 and 2.1–2.8 g, with germination energy – more by 17–24 % and 9–11 % than similar indicators obtained in 2020 and 2022, respectively. On average for three years of research the hemp variety Nadezhda had seeds with weight of 1000 pcs greater by 0.7–1.0 g compared with this indicator in other varieties. The seeds of hemp varieties provided the largest mass of 1000 seeds (14.2 g) and germination energy (73 %) at a seeding rate of 0.4 mln pcs/ha regardless of the variety. The best laboratory germination of seeds in the varieties Nadezhda (91 %) and Vera was obtained at a seeding rate of 0.4 mln pcs/ha, in the variety Surskaya (89 %) – at seeding rate of 0.4 and 0.8 mln pcs/ha.*

Key words: *monoecious hemp, variety, seeding rate, germination energy, laboratory germination.*

For citation: *Korepanova E. V., Medvedeva G. R., Goreeva V. N., Islamova Ch. M. Sowing qualities of seeds in the yield of varieties of Central Russian monoecious hemp at different seeding rates in the Middle Cis-Ural region. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 21-29. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_21-29.*

Authors:

E. V. Korepanova, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-7989-9455>;

G. R. Medvedeva[✉], Assistant, <https://orcid.org/0000-0003-3544-9521>;

V. N. Goreeva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3115-7695>;

Ch. M. Islamova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-8324-9033>

Udmurt State Agricultural University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

[✉]gulzira.galieva@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 01.03.2024; одобрена после рецензирования 29.03.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 01.03.2024; approved after reviewing 29.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 633.26/.29:631.5

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_30-35

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ТРАВСТОЕВ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО И ФЕСТУЛОЛИУМА С БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Рябова Татьяна Николаевна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

nir210@mail.ru

Аннотация. Управление продукционным процессом многолетних кормовых трав путем формирования простых и сложных агроценозов, обеспечивающих их высокую продуктивность, определяет актуальность исследований. Цель исследований – создание оптимального видового состава смешанных посевов многолетних трав с высокой кормовой продуктивностью. Исследования проводили в учебно-научно-производственном комплексе «Агротехнопарк» Удмуртского ГАУ Почва опытного участка – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая. Содержание гумуса среднее; кислотность почвенного раствора – близкая к нейтральной; сумма поглощенных оснований – повышенная в 2019 г. и высокая в 2020–2021 гг.; степень насыщенности почв основаниями – высокая. Содержание подвижного фосфора и подвижного калия – очень высокое в 2019 г. и высокое в 2020–2021 гг. Исследуемые агроценозы включали следующие культуры и сорта: райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.) – сорт Веймар, фестулолиум (*Festulolium F. Aschers et Graebn*) – сорт Изумрудный, лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) – сорт Солнышко, люцерна изменчивая (*Medicago x varia* Martyn) – сорт Находка, клевер белый (*Trifolium repens*) – сорт Волат. По результатам исследований агроценозов на основе злаковых трав с бобовыми травами, их ботаническому составу в период использования и кормовой продуктивности на третий год пользования можно сделать вывод об эффективности возделывания двойных смесей, включающих райграс пастбищный и/или фестулолиум и люцерну изменчивую с уровнем продуктивности 100,9–105,0 ГДж/га обменной энергии. Тройные смеси, включающие райграс пастбищный и/или фестулолиум с люцерной изменчивой и лядвенцем рогатым, превосходят по продуктивности 102,7–105,6 ГДж/га обменной энергии все остальные изучаемые агроценозы.

Ключевые слова: многолетние травы, смешанные посевы, ботанический состав, кормовая продуктивность.

Для цитирования: Рябова Т. Н. Создание высокопродуктивных травостоев райграса пастбищного и фестулолиума с бобовыми культурами // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 30-35. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_30-35.

Актуальность исследований. Растущие потребности населения в молоке, мясе и другой животноводческой продукции возможно удовлетворить за счет повышения уровня продуктивности животноводства, которое невозможно без создания прочной кормовой базы [7, 10, 11]. В настоящее время на кормовые цели широко возделывается не более 25 видов. Несмотря на богатство природной флоры, в полеводстве страны до сих пор отсутствуют адаптивные и продуктивные кормовые растения [3]. Многолетние травы являются всепроникающим и системообразующим фактором в устойчивом развитии жизнеспособного сельского хозяйства России [7]. Возделываемые фитоценозы должны удовлетворять потребности крупного рогатого скота не только в протеине, но и в водорастворимых углеводах [4, 9]. В луговодстве Среднего Предуралья использу-

ются традиционные злаковые травы (тимopheвка луговая, кострец безостый и др.), характеризующиеся недостаточным содержанием водорастворимых углеводов, экстенсивным темпом отрастания после очередных циклов скашивания или стравливания, летней депрессией роста [5].

Наибольшим содержанием сахаров из злаковых видов отличается райграс пастбищный, однако в период перезимовки его посевы часто изреживаются. Райграс пастбищный является низовым видом, который может быть использован и на скашиваемых травостоях при интенсивном использовании [8, 9, 12]. В последние годы в производстве большое распространение получил межродовой гибрид овсяницы и райграса – фестулолиум [4].

Управление продукционным процессом культурных растений в современных условиях

должно базироваться на оптимальном соотношении многочисленных факторов роста и развития растений. Важным условием формирования травостоя является подбор компонентов для простых и сложных смешанных посевов, обеспечивающих их высокую продуктивность.

Цель исследований – создание оптимального видового состава смешанных посевов многолетних трав с высокой кормовой продуктивностью.

Материалы и условия исследований. Место проведения полевых исследований – учебно-научно-производственный комплекс «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. Опыт по изучению продуктивности одновидовых и смешанных посевов многолетних трав включал следующую схему: 1) райграс пастбищный – контроль; 2) лядвенец рогатый; 3) люцерна изменчивая; 4) фестулолиум – контроль; 5) райграс пастбищный + лядвенец рогатый; 6) райграс пастбищный + люцерна изменчивая; 7) райграс пастбищный + клевер белый; 8) райграс пастбищный + люцерна изменчивая + клевер белый; 9) райграс пастбищный + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый; 10) райграс пастбищный + клевер белый + лядвенец рогатый; 11) райграс пастбищный + люцерна изменчивая + клевер белый + лядвенец рогатый; 12) фестулолиум + лядвенец рогатый; 13) фестулолиум + люцерна изменчивая; 14) фестулолиум + клевер белый; 15) фестулолиум + люцерна изменчивая + клевер белый; 16) фестулолиум + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый; 17) фестулолиум + клевер белый + лядвенец рогатый; 18) фестулолиум + люцерна изменчивая + клевер белый + лядвенец рогатый.

Норма высева многолетних злаковых и бобовых трав в чистом виде и в двухкомпонентных смесях составила 100 % от рекомендуемой нормы высева каждого вида (100 % от НВ). Трехкомпонентные травосмеси состояли из райграса пастбищного или фестулолиума (100 % от НВ) и двух бобовых трав (по 50 % от НВ каждого вида), в четырехкомпонентных травосмесях на основе злаковых трав (100 % от НВ) норма высева бобовых составляла по 33,3 % от рекомендуемой нормы высева каждого вида.

Опыт полевой однофакторный, повторность вариантов четырехкратная. Учетная площадь делянок 13 м². Учеты, наблюдения и анализы проводили по общепринятым методикам [2, 6].

Почва опытного участка – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая. Содер-

жание гумуса среднее (2,2–2,3 %); кислотность почвенного раствора близкая к нейтральной (рН_{КCl} 5,5–5,8); сумма поглощенных оснований – повышенная в 2019 г. (17,1 ммоль/100 г почвы) и высокая в 2020–2021 гг. (22,5–23,2 ммоль/100 г почвы); степень насыщенности почв основаниями – высокая (90,0–91,7 %). Содержание подвижного фосфора и подвижного калия – очень высокое в 2019 г. (282 мг/кг и 252 мг/кг соответственно) и высокое в 2020–2021 гг. (235–248 мг/кг и 203–241 мг/кг соответственно).

В годы проведения экспериментальных исследований отмечены заметные различия по температурному режиму и влагообеспеченности. Так, 2019 г. был относительно близким к среднемуголетним температурным данным, но отличался избытком увлажнения, особенно за счет обилия осадков в августе. Вегетационный период 2020 г. был более удовлетворительным для роста и развития многолетних трав; 2021 г. – был теплый и засушливый; 2022 г. – теплый и сухой с 3-й декады июля и весь август.

Результаты исследований. Выявлено, что на соотношение в корме различных видов растений существенное влияние оказывали складывающиеся в сообществах конкурентные отношения (табл. 1). В среднем за 2020–2022 гг. исследований установлено, что одновидовые посевы мятликовых и бобовых культур и двухкомпонентные смеси райграса пастбищного и фестулолиума с клевером ползучим значительно уступали по конкурентоспособности другим изучаемым травосмесям одно-, двух- и трехгодичного использования, о чем свидетельствует наибольшая доля 11–19 % разнотравья в агроценозах.

В двойных травостоях оптимальным компонентом при смешанном посеве с райграсом пастбищным и фестулолиумом являлась люцерна изменчивая. В данных смесях в первый год пользования на райграс пастбищный и фестулолиум в структуре корма приходилось 43–47 %, на люцерну изменчивую – 49–55 %, на разнотравье – 3 %.

В трех- и четырехкомпонентных травосмесях, независимо от мятликового компонента, смешанные посевы с люцерной изменчивой и лядвенцем рогатым имели наименьшую долю разнотравья. По видовому составу травостоя они являются относительно стабильными.

Одним из перспективных решений проблемы полного удовлетворения потребностей населения нашей планеты в белках растительного и животного происхождения является

внедрение в сельскохозяйственное производство смешанных посевов мятликовых и бобовых трав, которые за счет симбиоза имеют высокую стабильную продуктивность. Одновидовые посевы люцерны изменчивой и лядвенца рогатого и их бинарные и сложные посевы с мятликовыми компонентами имели существенное преимущество перед одновидовыми посевами райграса пастбищного и фестулолиума (табл. 2).

Таблица 1 – Ботанический состав агроценозов многолетних трав, % (среднее 2020–2022 гг.)

Агроценоз	Доля мятликовых трав	Доля бобовых трав	Доля разнотравья
Райграсс пастбищный (контроль)	87	0	13
Лядвенец рогатый	0	81	19
Люцерна изменчивая	0	88	12
Фестулолиум (контроль)	84	0	16
Райграсс пастбищный + лядвенец рогатый	49	43	9
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая	47	49	3
Райграсс пастбищный + клевер белый	54	28	18
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая + клевер белый	43	53	4
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый	43	55	2
Райграсс пастбищный + клевер белый + лядвенец рогатый	46	49	5
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая + клевер белый + лядвенец рогатый	44	52	4
Фестулолиум + лядвенец рогатый	44	51	5
Фестулолиум + люцерна изменчивая	43	55	3
Фестулолиум + клевер белый	45	44	11
Фестулолиум + люцерна изменчивая + клевер белый	42	55	3
Фестулолиум + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый	42	56	3
Фестулолиум + клевер белый + лядвенец рогатый	43	51	6
Фестулолиум + люцерна изменчивая + клевер белый + лядвенец рогатый	41	55	4

Таблица 2 – Выход обменной энергии с урожаем агроценозов райграсса пастбищного и фестулолиума с бобовыми травами, ГДж/га (в среднем за два укоса 2020–2022 гг.)

Агроценоз	Агроценозы 1-го года пользования	Агроценозы 2-го года пользования	Агроценозы 3-го года пользования
Райграсс пастбищный (контроль)	57,3	65,2	64,0
Лядвенец рогатый	67,1	71,9	66,7
Люцерна изменчивая	99,2	99,4	99,9
Фестулолиум (контроль)	54,5	63,0	69,5
Райграсс пастбищный + лядвенец рогатый	69,7	72,8	72,0
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая	90,3	94,5	100,9
Райграсс пастбищный + клевер белый	50,9	57,2	59,7
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая + клевер белый	87,4	88,2	95,4
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый	92,5	100,5	102,7
Райграсс пастбищный + клевер белый + лядвенец рогатый	55,4	60,2	59,5
Райграсс пастбищный + люцерна изменчивая + клевер белый + лядвенец рогатый	81,0	82,7	86,3
Фестулолиум + лядвенец рогатый	69,6	72,7	73,4
Фестулолиум + люцерна изменчивая	100,3	95,4	105,0
Фестулолиум + клевер белый	69,2	62,0	65,1
Фестулолиум + люцерна изменчивая + клевер белый	81,7	85,8	85,8
Фестулолиум + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый	92,1	107,9	105,6
Фестулолиум + клевер белый + лядвенец рогатый	75,1	64,4	73,1
Фестулолиум + люцерна изменчивая + клевер белый + лядвенец рогатый	73,4	88,7	90,9
НСР ₀₅	6,4	4,5	8,7

Из изучаемых агроценозов в первый год пользования наибольший выход обменной энергии за два укоса 100,3 ГДж/га обеспечил посев фестулолиума с люцерной изменчивой. Высокую кормовую продуктивность более 90 ГДж/

га в первый год пользования травостоем сформировали одновидовые посевы люцерны изменчивой, двойные агроценозы райграса пастбищного и фестулолиума с люцерной изменчивой и их тройные смеси, включающие лядвенец рогатый. В сравнении с аналогичным показателем в других изучаемых агрофитоценозах разница существенна при $НСР_{05} = 6,4$ ГДж/га. Во второй год использования значительно высоким выходом обменной энергии 107,9 ГДж/га за два укоса характеризовалась трехкомпонентная смесь (фестулолиум + люцерна изменчивая + лядвенец рогатый). В третий год пользования вышеперечисленные двойные и тройные травосмеси обеспечили выход обменной энергии более 100 ГДж/га, что существенно выше кормовой продуктивности других изучаемых агроценозов при $НСР_{05} = 8,7$ ГДж/га.

Об эффективности целенаправленного подбора многолетних трав можно судить по зависимости их кормовой продуктивности от видового состава травостоя. Корреляционный анализ выхода обменной энергии с гектара с ботаническим составом травостоя позволил установить прямую среднюю связь ($r = 0,61$) с долей бобовых трав и обратную среднюю связь ($r = -0,57$) с долей разнотравья в составе смешанных посевов. Возделывание многолетних трав в простых и сложных травосмесях определяют 32–37 % изменчивости формирования кормовой продуктивности травосмесей на основе райграса пастбищного и фестулолиума (рис. 1, 2).

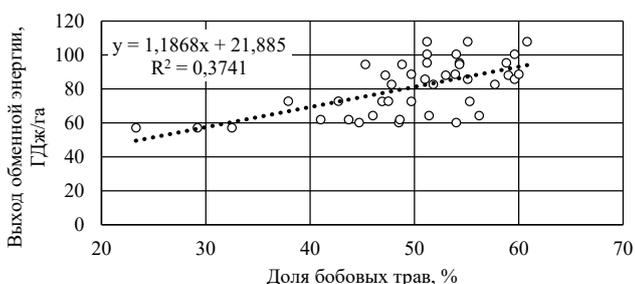


Рисунок 1 – Зависимость выхода обменной энергии от доли бобовых трав в смешанных посевах

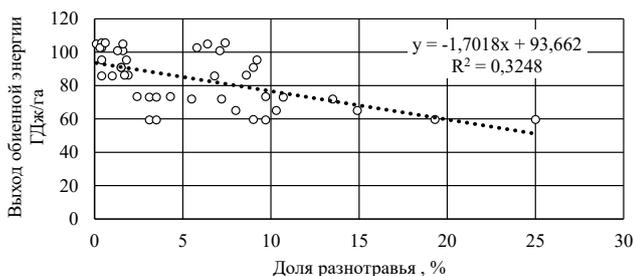


Рисунок 2 – Зависимость выхода обменной энергии от доли разнотравья в смешанных посевах

Выводы. Таким образом, результаты исследований агроценозов на основе райграса пастбищного и фестулолиума с бобовыми травами, их ботанического состава в период использования и кормовой продуктивности на третий год пользования позволяют сделать вывод, что двойные смеси, включающие райграс пастбищный и/или фестулолиум с люцерной изменчивой, формируют уровень продуктивности 100,9–105,0 ГДж/га обменной энергии. Тройные смеси, включающие райграс пастбищный и/или фестулолиум с люцерной изменчивой и с лядвенцем рогатым, превосходят по продуктивности 102,7–105,6 ГДж/га обменной энергии все остальные изучаемые агроценозы.

Список источников

1. Биогеоценотический подход – новая парадигма селекционной стратегии кормовых растений / В. М. Косолапов, З. Ш. Шамсутдинов, Ю. М. Пиковацкий [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 4. С. 35–38.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 416 с.
3. Епифанов В. С. Биологический азот нам ресурсы сбережет // Земледелие. 2000. № 1. С. 36.
4. Золотарев, В. Н., Переправо Н. И. Отличительные особенности сортов овсянице-райграсовых гибридов при возделывании на семена // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 314–317.
5. Зубарев Ю. Н. Вопросы полевого травосеяния в Предуралье: монография. Москва: Изд-во МСХА им. К. А. Тимирязева, 2003. 272 с.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Сост. Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов [и др.]. Москва: РАСХН, 1997. 155 с.
7. Приоритеты селекции многолетних злаковых трав в Центральном регионе России / В. М. Косолапов, С. И. Костенко, С. В. Филиппко, Н. Ю. Костенко // Кормопроизводство. 2012. № 6. С. 22–23.
8. Проворная Е. Е., Седова Е. Г. Перспективные травосмеси на основе отечественных сортов клевера ползучего, райграса пастбищного и фестулолиума // Кормопроизводство. 2010. № 12. С. 9–13.
9. Степанова Т. В., Посмитная Н. А. Вертикальная структура травостоев с участием фестулолиума и райграса пастбищного при сенокосном использовании в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2013. № 32. С. 22–26.
10. Цуркан Н. В. Оценка энергетической эффективности производства сена многолетних трав // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 2 (30). С. 144–146.

11. Kokonov S. I., Ryabova T. N., Votintsev A. I., Mokeeva S. A., Vorobyeva S. L., Esenkulova O. V. Influence of presowing seed treatment on the yield of variegated alfalfa and eastern galega. *Plant Science Today*. 2021; 8-2: 250–254.

12. Kokonov S. I., Vafina E. F., Ryabova T. N., Vorobieva S. L., Nikitin A. A., Milchakova A. V. The efficiency of green fodder production from different perennial ryegrass varieties. *Annals of Agri Bio Research*. 2021; 26-1: 28–32.

References

1. Biogeocenoticheskij podhod – novaya paradigma selekcionnoj strategii kormovyh rastenij / V. M. Kosolapov, Z. Sh. Shamsutdinov, Yu. M. Pikovackij [i dr.] // Rossijskaya sel'skoxozyajstvennaya nauka. 2017. № 4. S. 35–38.

2. Dospexhov B. A. Metodika polevogo opyta. Moskva: Kolos, 1985. 416 s.

3. Epifanov V. S. Biologicheskij azot nam resursy sberezhet // Zemledelie. 2000. № 1. S. 36.

4. Zolotarev, V. N., Perepravo N. I. Otlichitel'nye osobennosti sortov ovsyance-rajgrasovyh gibridov pri vozde-lyvanii na semena // Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivy ih ispol'zovaniya. 2016. № 12. S. 314–317.

5. Zubarev Yu. N. Voprosy polevogo travoseyaniya v Predural'e: monografiya. Moskva: Izd-vo MSKHA im. K. A. Timiryazeva, 2003. 272 s.

6. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami / Sost. Yu. K. Novoselov,

V. N. Kireev, G. P. Kutuzov [i dr.]. Moskva: RASKHN, 1997. 155 s.

7. Prioritety selekcii mnogoletnih zlakovyh trav v Central'nyh regionah Rossii / V. M. Kosolapov, S. I. Kostenko, S. V. Pilipko, N. Yu. Kostenko // Kormo-proizvodstvo. 2012. № 6. S. 22–23.

8. Provornaya E. E., Sedova E. G. Perspektivnye travosmesi na osnove otechestvennyh sortov klevera polzuchego, rajgrasa pastbishchnogo i festuloliuma // Kormo-proizvodstvo. 2010. № 12. S. 9–13.

9. Stepanova T. V., Posmitnaya N. A. Vertikal'naya struktura travostoev s uchastiem festuloliuma i rajgrasa pastbishchnogo pri senokosnom ispol'zovanii v usloviyah Leningradskoj oblasti // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 32. S. 22–26.

10. Curkan N. V. Ocenka energeticheskoj effektivnosti proizvodstva sena mnogoletnih trav // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 2 (30). S. 144–146.

11. Kokonov S. I., Ryabova T. N., Votintsev A. I., Mokeeva S. A., Vorobyeva S. L., Esenkulova O. V. Influence of presowing seed treatment on the yield of variegated alfalfa and eastern galega. *Plant Science Today*. 2021; 8-2: 250–254.

12. Kokonov S. I., Vafina E. F., Ryabova T. N., Vorobieva S. L., Nikitin A. A., Milchakova A. V. The efficiency of green fodder production from different perennial ryegrass varieties. *Annals of Agri Bio Research*. 2021; 26-1: 28–32.

Сведения об авторе:

Т. Н. Рябова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-6458-5939>
Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069
nir210@mail.ru

Original article

CREATION OF HIGHLY PRODUCTIVE GRASS STANDS OF PERENNIAL RYEGRASS AND FESTULOLIUM WITH LEGUME CROPS

Tatyana N. Ryabova

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia
nir210@mail.ru

Abstract. *The relevance of research is determined by the necessity of control the production process of perennial forage grasses by means of formation of simple and complex agrocenosis providing high productivity. The research purpose is to create an optimal species composition of mixed crops of perennial grasses with high forage productivity. The research was carried out in the educational, scientific and production complex «Agrotechnopark» of Udmurt State Agricultural University. The soil of the experimental plot was soddy-medium podzolic, medium loamy. The humus content was average; the acidity of the soil solution was close to neutral; the amount of absorbed bases was excessive in 2019 and high in 2020–2021; the degree of base saturation in soil was high. The content of mobile phosphorus and mobile potassium was very high in 2019 and high in 2020–2021. The studied agrocenosis included the following crops and varieties: perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) – Weimar variety, festulolium (*Festulolium F. Ascherset Graebn*) – Izumrudny variety, cat's clover (*Lotus corniculatus* L.) – Solnyshko variety, variegated alfalfa (*Medicago x varia* Martyn) – Nakhodka variety, white clover (*Trifolium repens*) – Volat variety. According to the results of studies of agrocenosis based on cereal grasses with leguminous grasses, their botanical*

composition during the period of use and feed productivity in the third year of use, it can be concluded that the cultivation of double mixtures, including perennial ryegrass and/or festulolium and variable alfalfa with a productivity level of 100.9–105.0 GJ/ha of metabolic energy is effective. Triple mixtures, including perennial ryegrass and/or festulolium with alfalfa and cat's clover, are superior to other agrocenosis in productivity with level of 102.7–105.6 GJ/ha of metabolic energy.

Key words: perennial grasses, mixed crops, botanical composition, forage productivity.

For citation: Ryabova T. N. Creation of highly productive grass stands of perennial ryegrass and festulolium with legume crops. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 30-35. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_30-35.

Author:

T. N. Ryabova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-6458-5939>
Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069
nir210@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests: the author declares that there is no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 03.05.2024; одобрена после рецензирования 15.05.2024;
принята к публикации 28.05.2024.
The article was submitted 03.05.2024; approved after reviewing 15.05.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 633.14"324":631.5(470.0)

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_35-43

ВЫРАЩИВАНИЕ ОЗИМОЙ РЖИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Шкуркина Анна Сергеевна¹, Виноградов Дмитрий Валериевич²✉

^{1,2}ФГБОУ ВО РГАТУ, Рязань, Россия

²МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

²vdv-rz@rambler.ru

Аннотация. Предложен анализ результатов выращивания гибридов озимой ржи в условиях Московской области на дерново-подзолистых почвах. В исследованиях изучено действие микроудобрений на продуктивность гибридов озимой ржи (Раво, ЗУ Форзетти, Этерно (фактор А); фактор В – варианты обработки агрохимикатами («Фолирус Актив», «Фолирус Макси», «Лебозол – Полный уход», «Арксойл ККР»). По результатам двухлетних исследований выявлено увеличение показателей структуры урожая и урожайности по всем вариантам озимой ржи, где применялись агрохимикаты. Отмечается, что в период декабря 2022 г. – февраля 2023 г. в регионе складывались неблагоприятные условия для перезимовки озимой ржи, наблюдалось негативное природное явление – ледяная корка на посевах, что в период возобновления весенней вегетации существенно снижало сохранность зерновых растений. В зимний период 2022/2023 г. повреждения ржи составили от 28,7 до 48,8 %, лучшая выживаемость выявлена по вариантам с гибридом ЗУ Форзетти. Высокие показатели урожайности выявлены на участках с гибридом ЗУ Форзетти. Максимальная урожайность получена на варианте ЗУ Форзетти + «Фолирус Актив» (4,14 т/га). По другим гибридам высокую урожайность показали варианты: Раво + «Фолирус Актив» (3,57 т/га), Этерно + «Фолирус Актив» (3,26 т/га), Раво + «Фолирус Макси» (3,16 т/га), Этерно + «Арксойл ККР» (3,03 т/га). Анализ качественных показателей выявил, что содержание белка по вариантам варьировало в пределах 9,4–11,5 %, более низкие показатели выявлены у гибрида ЗУ Форзетти (9,4–9,9 %), высокие – у Этерно (10,5–11,5 %). Гибрид озимой ржи ЗУ Форзетти показал большую экономическую эффективность, как по варианту без обработки, так и на вариантах с обработками всеми исследуемыми агрохимикатами.

Ключевые слова: озимая рожь, Центральный район Нечерноземной зоны, агрохимикат, урожайность, качество зерна, экономическая эффективность.

Для цитирования: Шкуркина А. С., Виноградов Д. В. Выращивание озимой ржи в Центральном Нечерноземье // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 35-43. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_35-43.

Актуальность исследований. Применение правильно выстроенных агротехнических методов позволяет получать урожай озимой ржи, независимо от погодных условий, с минимальными затратами ресурсов и труда. Кроме этого использование агрохимикатов на зерновых культурах повышает резистентность к вредителям и болезням [7, 9, 10, 12]. Эффективность применения агрохимикатов напрямую зависит от анализа их внесения в зависимости от требований агротехнологии, сортов культуры, а также уровня плодородия почвы [3, 4, 5, 11].

Для улучшения условий выращивания гибридов озимой ржи в Нечерноземной зоне важными компонентами являются регуляторы роста растений, комплексные органические и минеральные удобрения. Благодаря внесению удобрений растения лучше развиваются, при правильном подборе системы удобрений происходит снижение полегания урожая, особенно при выращивании длинностебельных сортов озимой ржи [1].

В перечне агрохимикатов отметим эффективность применения гуматов, которые существенно увеличивают урожай озимой ржи, благотворно влияя на плодородие почв [6]. Минеральные удобрения закрепляют свое действие на фоне органических удобрений; но для формирования лучшего качества зерна озимой ржи необходимо учитывать точные сроки и дозы внесения удобрений, а также их комплексное применение вместе с применяемыми в агротехнологии средствами защиты растений [8].

В условиях центрального Нечерноземья на дерново-подзолистых почвах с низким уровнем плодородия, где часто наблюдается нехватка азота и фосфора, минеральные удобрения необходимы для озимой ржи с самого начала своего развития. Выбор форм азотных удобрений играет достаточно важную роль: если после перезимовки растения озимой ржи оказались слабыми, то необходимо применить аммиачную селитру, при успешной перезимовке – применение КАСов и карбамидов способствует повышению продуктивности [2].

Действие агрохимикатов на устойчивость озимой ржи к неблагоприятным погодным

условиям отмечается во многих исследованиях и производственных посевах, проведенных в самых различных почвенно-климатических зонах [1, 6, 7]. В районах с резкими колебаниями погоды правильное применение агрохимикатов нередко сберегает урожай озимой ржи от гибели.

Кроме этого важным компонентом в выращивании высокого урожая озимой ржи являются стимуляторы роста – антистрессанты, являющиеся природными и синтетическими органическими соединениями, стимулирующие иммунитет растений, например, такой как агрохимикат «Арксоил ККР». Данные препараты имеют свойство в малых дозах оказывать влияние на обмен веществ растений, что приводит к значимым изменениям роста и развития.

Комплексный подход к выстраиванию системы применения различных видов агрохимикатов в агроценозе озимой ржи с учетом почвенной среды является неотъемлемой частью успеха в получении здорового урожая. Интерес ученых-аграриев и производственников к данному вопросу в настоящее время растет стремительно, в связи с чем появляются новые формы и модели применения агрохимикатов и необходимость их практического исследования, что и определило направление наших исследований.

Цель исследований: определение эффективности использования агрохимикатов в агроценозах гибридов озимой ржи в условиях центральной части Нечерноземной зоны.

Задачи исследований: определить динамику развития растений гибридов озимой ржи на фоне использования различных агрохимикатов; определить структуру урожая, урожайность и качественные показатели в зависимости от изучаемых факторов; выявить экономическую эффективность предлагаемых элементов технологии выращивания ржи.

Материалы и методы исследований. Полевые исследования осуществлены в условиях Домодедовского района Московской области в 2021–2023 гг. на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве. Средние показатели агрохимического состава почвы (0–20 см): гумус – 2,0–2,2 %, NO_3 – 7,63 мг/кг; NH_4 – 1,37 мг/кг; P_2O_5 – 160 мг/кг; K_2O – 173 мг/кг; pH_{KCl} – 5,46.

Агротехнические мероприятия по выращиванию озимой ржи строились согласно рекомендациям для условий Нечерноземной зоны. В качестве предшественника использовался горох на зерно.

Объектом исследований являлась озимая рожь гибридов Раво, ЗУ Форзетти, Этерно, которая высевалась в I декаде сентября. Посев при норме высева 2,5 млн шт. всх. семян/га сеялкой СЗ-5,4. Фоновая доза удобрений – $N_{115}P_{45}K_{45}$, при внесении под предпосевную культивацию и азотной подкормки в виде ранневесенней подкормки (60 кг д.в./га). К уборке приступали при достижении озимой ржи полной спелости прямым комбайнированием селекционным комбайном TERRION-SAMPO SR2010.

Схема исследований: гибриды озимой ржи (Раво, ЗУ Форзетти, Этерно (фактор А); фактор В – варианты обработки агрохимикатами («Фолирус Актив», «Фолирус Макси», «Лебозол – Полный уход», «Арксойл ККР»).

Жидкое минеральное удобрение «Фолирус Актив» включает N – 27 %, MgO – 1,5 %, Mn – 1,0 %, Cu – 0,2 %, Fe – 0,02 %, B – 0,02 %, Z – 0,01 %, Mo – 0,005 %. Состав «Фолирус Макси»: N – 12 %, P_2O_5 – 4 %, K_2O – 6 %, MgO – 0,2 %, SO_3 – 6,1 %, Mn – 0,01 %, Cu – 0,01 %, Fe – 0,01 %, B – 0,02 %, Z – 0,005 %, Mo – 0,005 %. «Лебозол – Полный уход» включает N – 9,4 %, P_2O_5 – 0,9 %, K_2O – 2,7 %, MgO – 1,7 %, Mn – 1,5 %, B – 0,05 %, Z – 0,5 %, Mo – 0,005 %, Cu – 0,3 %, аминокислоты – 11,6 %. Состав «Арксойл ККР»: N – 6,5 %, P_2O_5 – 3–4 %, K_2O – 9 %, MgO – 1–3 %, Mn – 1–1,5 %, Fe – 1 %, Z – 1 %, Co – 1 %, Ca – 0,5 %, Cu – до 1 %.

Согласно схеме опыта агрохимикаты вносили по вегетации растений: в осенний период – обработка в фазу кущения, через 26–28 дней после всходов культуры, на вариантах «Фолирус Актив», «Фолирус Макси», «Лебозол – Полный уход» – в дозе 2 л/га, «Арксойл ККР» – в дозе 0,15 л/га и при расходе рабочей жидкости по всем препаратам 250 л/га. Весной, в период появления флагового листа, проведена вторая обработка агрохимикатами, на вариантах «Фолирус Актив», ««Фолирус Макси», «Лебозол – Полный уход» – в дозе 3 л/га, «Арксойл ККР» – в дозе 0,15 л/га и при расходе рабочей жидкости по всем препаратам 250 л/га. Все обработки агроценозов ржи агрохимикатами осуществляли в комплексе с пестицидами.

Расположение опыта систематическое, повторность четырехкратная. Посевная площадь делянки 120 м², учетная 100 м².

Все наблюдения, учеты и анализы проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа на ПЭВМ по Р. Фишеру в изложении Б. А. Доспехова (1985).

Результаты исследований. В опытных условиях горох, убираемый примерно за 1,5 месяца до посева озимой ржи, давал возможность качественно подготовить почву и в оптимальные сроки посеять озимую культуру. Данное размещение озимых культур в севообороте является типичным для Центрального Нечерноземья и, учитывая природно-экономические условия и сложившуюся структуру посевных площадей, вполне целесообразным.

Общая выживаемость растений определялась от количества высеянных всхожих зерен ржи к числу растений при полной спелости культуры. Применение в опыте агрохимикатов позволило повысить выживаемость растений озимой ржи (рис. 1).

Так, в среднем высокие показатели выживаемости выявлены на вариантах с выращиванием гибрида ЗУ Форзетти (61,5–71,2 %). При использовании агрохимикатов в агроценозах озимой ржи высокая выживаемость отмечалась на вариантах с «Фолирус Актив» (56,4–71,2 %) и «Арксойл ККР» (50,8–66,2 %).

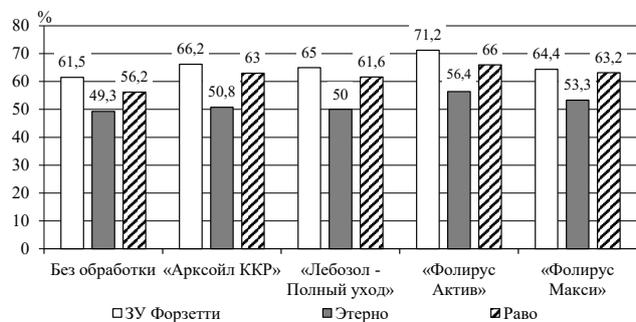


Рисунок 1 – Общая выживаемость (%) растений озимой ржи в зависимости от изучаемого фактора, среднее за 2021–2023 гг.

В среднем максимальная выживаемость растений выявлена на вариантах опыта ЗУ Форзетти + «Фолирус Актив» (71,2 %), ЗУ Форзетти + «Арксойл ККР», что на 9,7 % и 4,7 % соответственно больше вариантов без обработки агрохимикатами.

В большинстве центральных районов Нечерноземной зоны основной причиной гибели озимой ржи при перезимовке является выпревание. Поэтому зимостойкость данной зерновой культуры во многом определяется устойчивостью против выпревания (рис. 2).

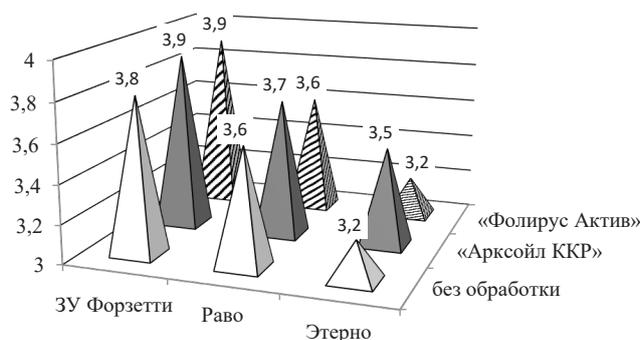


Рисунок 2 – Оценка устойчивости против выпревания опытных гибридов ржи (баллы) на вариантах без обработки агрохимикатом, «Арксойл ККР», «Фоллирус Актив», среднее за 2021–2023 гг.

На рисунке 2 представлены опытные варианты обработки агрохимикатами с наиболее высокими баллами устойчивости растений ржи к выпреванию и варианты без обработки. Наиболее устойчивыми к выпреванию выявлены варианты с растениями ЗУ Форзетти (3,8–3,9), низкая устойчивость у гибрида Этерно (3,2–3,5). Существенной роли агрохимикатов в повышении устойчивости растений к выпреванию выявлено не было. В опытах выпревание сопровождалось поражением растений снежной плесенью, вследствие чего надземная часть ржи частично отмирала (рис. 3).

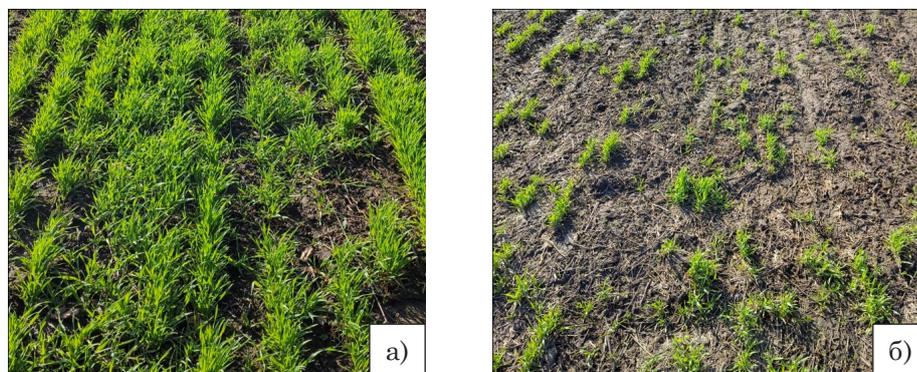


Рисунок 3 – Опытные участки озимой ржи ранней весной с нормальным развитием (а) и подверженные выпреванию (б)

Делянки растений при глубоком и продолжительном снежном покрове имели более высокую устойчивость против поражения снежной плесенью, тем не менее, прямой зависимости между степенью поражения заболеванием и гибелью по гибридам озимой ржи и по годам исследований не выявлено.

Отметим, что в осенне-зимний период 2022/2023 гг. в Московской области, особенно в ее южной и юго-восточной частях, сложились неблагоприятные условия для перезимовки озимых зерновых культур. Вследствие резких перепадов температур во все зимние месяцы большая часть посевов озимой ржи была повреждена вследствие выявления притертой ледяной корки. Регулярное чередование морозной погоды с оттепелью способствовало образованию существенной по толщине (до 20–25 см) ледяной корки, что являлось причиной гибели озимых зерновых. В период проведения исследований все гибриды озимой ржи были повреждены данным опасным природным явлением. В опыте, в зимний период 2022/2023 гг., повреждения ржи составили от 28,7 до 48,8 %, лучшая выживаемость выявлена по вариантам с гибридом ЗУ Форзетти.

Формирование структуры урожая ржи во многом зависело от варианта исследований (табл. 1).

Таблица 1 – Основные показатели структуры урожая и урожайность гибридов озимой ржи в зависимости от варианта обработки агрохимикатом, среднее за 2021–2023 гг.

Вариант обработки агрохимикатом	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Продуктивная кустистость, ед.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
ЗУ Форзетти					
Без обработки	147,4	31,4	1,33	37,9	3,26
«Арксойл ККР»	159,6	35,5	1,44	38,7	3,76
«Лебозол – Полный уход»	157,8	33,6	1,37	39,7	3,63
«Фоллирус Актив»	171,9	34,4	1,49	39,6	4,14
«Фоллирус Макси»	154,7	33,2	1,33	38,3	3,48

Оконание таблицы 1

Вариант обработки агрохимикатом	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Продуктивная кустистость, ед.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
Этерно					
Без обработки	115,3	33,0	1,26	37,3	2,81
«Арксойл ККР»	120,5	33,0	1,38	40,2	3,03
«Лебозол – Полный уход»	118,4	31,9	1,26	40,7	2,86
«Фолирус Актив»	132,7	33,7	1,33	41,6	3,26
«Фолирус Макси»	126,9	33,1	1,28	39,7	2,98
Раво					
Без обработки	136,6	34,2	1,12	36,4	2,85
«Арксойл ККР»	151,5	34,6	1,20	36,9	3,13
«Лебозол – Полный уход»	149,3	34,7	1,15	37,1	2,97
«Фолирус Актив»	160,8	36,2	1,22	37,5	3,57
«Фолирус Макси»	152,6	34,8	1,17	37,1	3,16
НСР ₀₅ , среднее: по фактору А (гибрид)		1,00	0,04	0,85	2,81
по фактору В (агрохимикат)		1,29	0,05	1,10	3,62
взаимодействия АВ		2,23	0,09	1,90	6,27
Sx		0,77	0,03	0,66	2,17
Sd		1,10	0,04	0,32	3,08

В среднем высокие показатели растений ржи перед уборкой выявлены при посеве ЗУ Форзетти – на вариантах «Фолирус Актив» (171,9 шт./м², +16,6 %), «Арксойл ККР» (159,6 шт./м², +8,2 %). Данная закономерность действия агрохимикатов прослеживалась и по гибридам Этерно и Раво.

Показатели числа зерен в колосе (35,5–31,4 шт.) и продуктивной кустистости (1,49–1,13) повышались при обработке всеми исследуемыми агрохимикатами и существенно по гибридам не отличались. Более высокие показатели массы 1000 семян выявлены по растениям Этерно (41,6–37,3 г), где максимальное значение – на варианте с обработкой «Фолирус Актив» (41,6 г, +11,5 %).

В среднем за два года исследований высокие показатели урожайности выявлены на делянках с гибридом ЗУ Форзетти. Максимальная урожайность получена на варианте ЗУ Форзетти + «Фолирус Актив» (4,14 т/га). По другим гибридам высокую урожайность показали варианты: Раво + «Фолирус Актив» (3,57 т/га), Этерно + «Фолирус Актив» (3,26 т/га), Раво + «Фолирус Макси» (3,16 т/га), Этерно + «Арксойл ККР» (3,03 т/га).

В двухфакторном опыте проведен корреляционно-регрессионный анализ линейной и множественной взаимосвязи урожайности озимой ржи с элементами структуры урожая, сначала по каждому сорту отдельно, далее по всем сортам (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа взаимосвязи между урожайностью сортов озимой ржи (Y), массой 1000 зерен (X) и количеством зерен в колосе (Z)

Взаимосвязь	Уравнение линейной регрессии при простой линейной корреляции	Множественная корреляция		
		коэффициенты		уравнение множественной регрессии
		корреляции R	детерминации, R ²	
ЗУ Форзетти				
YX YZ	Y = 3,17X - 86,5 Y = 1,65Z - 18,9	0,869	75,5	Y = 2,06X + 1,06Z - 79,4
Этерно				
YX YZ	Y = 0,8X - 2,0 Y = 1,95Z - 34,3	0,997	99,4	Y = 0,75X + 1,82Z - 60,2
Раво				
YX YZ	Y = 5,86X - 185,4 Y = 3,44Z - 88,7	0,959	92,0	Y = 0,51X + 3,20Z - 99,1
Озимая рожь (все сорта)				
YX YZ	Y = 0,49X + 13,7 Y = 1,2Z - 8,0	0,550	30,3	Y = 0,97X + 1,66Z - 61,5

По результатам статистической обработки линейная зависимость YX (урожайность – масса 1000) является прямой и сильной. Коэффициенты линейной корреляции и детерминации по сортам: ЗУ Форзетти – $r_{yx} = 0,765$ ($D_{yx} = 58,5$ %); Этерно – $r_{yx} = 0,737$ ($D_{yx} = 54,3$ %)

и Раво – $r_{yx} = 0,858$ ($D_{yx} = 73,6$ %). Линейная зависимость YZ (урожайность – озерненность) также являлась прямой и сильной: по сорту ЗУ Форзетти – $r_{yz} = 0,762$ ($D_{yz} = 58,1$ %), по сорту Этерно – $r_{yz} = 0,722$ ($D_{yz} = 52,1$ %) и по сорту Раво – $r_{yz} = 0,958$ ($D_{yz} = 91,8$ %). Коэффициенты множественной корреляции по сортам озимой ржи лежали в пределах 0,869–0,997, характеризуя тем самым прямую сильную взаимосвязь; коэффициенты множественной детерминации также имели большие значения в пределах 75,5–99,4 %, и уравнения множественной регрессии с высокой степенью точности описывают зависимость урожайности от элементов структуры урожая.

Показатель содержания белка в сортах и гибридах чаще всего наблюдается в пределах 10,5–12,0 % и на продовольственные цели не нормируется.

Все изучаемые гибриды озимой ржи проявили слабую отзывчивость по образованию белка при использовании агрохимикатов, исключение составили варианты с применением «Фолирус Актив» (рис. 4).

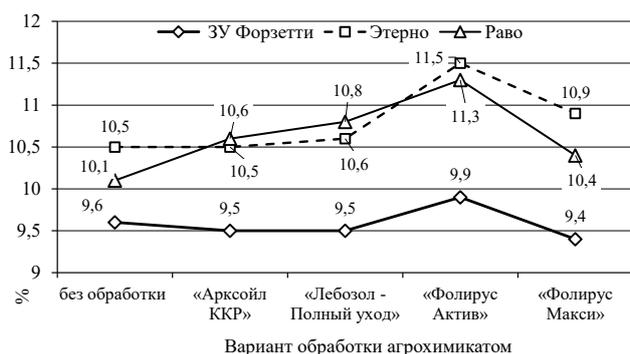


Рисунок 4 – Содержание белка (%) в зерне гибридов озимой ржи в зависимости от обработки агрохимикатом, среднее за 2021–2023 гг.

Так, достоверное максимальное увеличение белка в зерне ржи выявлено по вариантам с «Фолирус Актив»: 11,5 % – по гибриду Этерно (+1,0 % к варианту без обработки), 11,3 % (+1,2 %, Раво), 9,9 % (+0,3 %, ЗУ Форзетти). В целом по вариантам содержание белка варьировало в пределах 9,4–11,5 %, более низкие показатели выявлены у гибрида ЗУ Форзетти (9,4–9,9 %), высокие – у Этерно (10,5–11,5 %).

Отметим, что для производителей снижение показателя белка ниже 10 % указывает на то, что в течение вегетационного периода не были израсходованы все резервы в технологии выращивания озимой ржи. Часто снижение происходит вследствие низкой внесенной дозы удобрений, прежде всего азотной, особен-

но на низкоплодородных почвах, или примененной более высокой нормы высева культуры, когда усиливается конкуренция среди растений озимой ржи за питание.

Пониженные показатели белка в зерне могут свидетельствовать о развитии болезней в агроценозах озимой ржи, например эпифитотий корневых гнилей. Учитывая, что весь семенной материал в разной степени несет поверхностную инфекцию, семена озимой ржи были протравлены заблаговременно. В течение всего вегетационного периода культуры фиксировалось незначительное поражение озимой ржи корневыми гнилями, во многом этому способствовали не самые благоприятные для развития заболевания погодные условия (табл. 3). Применение агрохимикатов существенного влияния на распространение корневой гнили не оказало.

Таблица 3 – Результаты учета поражения озимой ржи корневыми гнилями, %

Учет	Процент	
	распространения	развития
Весенний период	1,9 (до 5,4)	0,9
Перед уборкой	4,9	1,9
В период максимального развития	19,4	5,9

Экономическая эффективность различных вариантов обработки гибридов озимой ржи агрохимикатами рассмотрена в таблице 4.

Таблица 4 – Экономическая эффективность вариантов обработки озимой ржи

Вариант обработки агрохимикатом	Урожайность озимой ржи, т/га	Затраты на 1 га, руб.	Стоимость продукции, руб./га	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
ЗУ Форзетти					
Без обработки	3,26	23 537	40 750	17 213	73,1
«Арксойл ККР»	3,76	24 297	47 000	22 703	93,4
«Лебозол – Полный уход»	3,63	25 227	45 375	20 148	79,9
«Фолирус Актив»	4,14	24 947	51 750	26 803	107,4
«Фолирус Макси»	3,48	24 817	43 500	18 683	75,3
Этерно					
Без обработки	2,81	23 537	35 125	11 588	49,2
«Арксойл ККР»	3,03	24 297	37 875	13 578	55,9
«Лебозол – Полный уход»	3,06	25 227	38 250	13 023	51,6

Оконание таблицы 4

Вариант обработки агрохимикатом	Урожайность озимой ржи, т/га	Загагары на 1 га, руб.	Стоимость продукции, руб./га	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
«Фолирус Актив»	3,26	24 947	40 750	15 803	63,3
«Фолирус Макси»	2,98	24 817	37 250	12 433	50,1
Раво					
Без обработки	2,85	23 537	35 625	12 088	51,4
«Аркуойл ККР»	3,13	24 297	39 125	14 828	61,0
«Лебозол – Полный уход»	3,17	25 227	39 625	14 398	57,1
«Фолирус Актив»	3,57	24 947	44 625	19 678	78,9
«Фолирус Макси»	3,16	24 817	39 500	14 683	59,2

Варианты с исследуемыми агрохимикатами по-разному показывали эффективность на гибридах озимой ржи ЗУ Форзетти, Этерно, Раво, тем не менее, все обеспечивали прирост рентабельности производства озимой ржи. Наилучший эффект отмечался в вариантах с применением жидкого минерального удобрения «Фолирус Актив» на всех трех гибридах озимой ржи. Так, на посевах гибрида ЗУ Форзетти обеспечивалась рентабельность отрасли на уровне 107,4 %, на посевах гибрида Этерно – 63,3 %, на посевах гибрида Раво – 78,9 %.

В целом можно отметить, что гибрид озимой ржи ЗУ Форзетти показал большую экономическую эффективность, как по варианту без обработки, так и на вариантах с обработками всеми исследуемыми агрохимикатами.

Выводы. Резюмируя, отметим высокую агрономическую и экономическую эффективность применения опытных агрохимикатов в технологии выращивания озимой ржи. По результатам высокая урожайность выявлена с гибридом ЗУ Форзетти. Максимальная урожайность получена на варианте ЗУ Форзетти + «Фолирус Актив» – 4,14 т/га, или +26,9 % к варианту без обработки. Анализируя качественные показатели, по вариантам содержание белка варьировало в пределах 9,4–11,5 %, более низкие показатели выявлены у гибрида ЗУ Форзетти (9,4–9,9 %), высокие – у Этерно (10,5–11,5 %). По результатам корреляционно-регрессионного анализа можно достоверно называть линейные взаимосвязи между урожайностью озимой ржи с массой 1000 зерен, количеством зерен в ко-

лосе изученных сортов прямыми и сильными. Коэффициенты множественной корреляции R и детерминации R^2 также определяют сильную взаимосвязь между урожайностью озимой ржи с элементами структуры урожая (масса 1000 зерен и число зерен в колосе).

Экономическая эффективность находилась в пределах 49,2–107,4 %. Гибрид озимой ржи ЗУ Форзетти показал наибольшую экономическую эффективность, как по варианту без обработки, так и на вариантах с обработками агрохимикатами.

Сведения о финансировании. Исследование выполнено в рамках НИР «Разработка и оценка комплекса инновационных агрохимических препаратов, мелиорантов и регуляторов роста в условиях агро-, техногенеза и городской среды» (номер ЦИТИС: 121041300098-7).

Список источников

- Беленков А. И., Хрунов А. А., Аббас Убайд А. А.-Г. Влияние технологии возделывания озимой ржи на рост, развитие и урожайность в длительном полевом опыте // Кормопроизводство. 2023. № 2. С. 28–32. EDN QLNPFZ.
- Воронов С. И., Киричкова И. В., Новиков С. Ю. Возделывание озимой ржи при различных уровнях интенсификации в Центральном Нечерноземье // Аграрная Россия. 2023. № 11. С. 3–6. DOI 10.30906/1999-5636-2023-11-3-6. EDN OONGIK.
- Коконов С. И. Оптимизация агрофитоценозов озимых кормовых культур // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2 (55). С. 29–35. EDN VOMBKG.
- Курчевский С. М., Виноградов Д. В. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органоминеральных удобрений и бактериального препарата «Байкал ЭМ-1» // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 4. С. 113–116. EDN YLRPBG.
- Курчевский С. М., Виноградов Д. В., Щур А. В. Влияние различных доз минерального грунта на агрохимические показатели и продуктивность торфяных почв // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2015. № 1 (25). С. 27–31. EDN UXKSCB.
- Пасынков А. В., Пасынкова Е. Н. Влияние возрастающих уровней минерального питания на качество различных фракций зерна озимой ржи // Агрохимия. 2023. № 3. С. 43–52. DOI 10.31857/S0002188123030109. EDN KOCLMK.
- Перспективные сорта зерновых и зернобобовых культур для выращивания в Удмуртии / Т. А. Бабайцева, Э. Ф. Вафина, А. В. Мильчакова, А. И. Хамади // Вестник Ижевской государственной

сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (73). С. 4–15. DOI 10.48012/1817-5457_2023_1_4-15. EDN MABPHZ.

8. Сентемов В. В., Вафина Э. Ф., Хвошнянская А. О. Эффективность предпосевной обработки семян различными соединениями микроэлементов // Главный агроном. 2011. № 3. С. 26–29.

9. Соколов А. А., Дедова Е. М. Роль защитных мероприятий и мониторинг в агроценозах озимых зерновых культур в борьбе со злаковыми мухами // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2023. Т. 15, № 4. С. 68–76. DOI 10.36508/RSATU.2023.38.48.010. EDN MXPBHDK.

10. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в условиях Рязанской области / Д. В. Виноградов, А. А. Соколов, Е. И. Лупова, И. С. Питюрина // Международный технико-экономический журнал. 2016. № 5. С. 57–63. EDN XBDVWJ.

11. Хозяйственная и экономическая эффективность возделывания новых и районированных сортов яровой твердой пшеницы / Н. А. Дуктова, Е. М. Минина, А. С. Журавский, В. П. Дуктов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3. С. 114–118. EDN MJFYIL.

12. Эффективность использования инсектицидов при хранении зерна / В. П. Положенцев, Е. И. Лупова, Н. И. Морозова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2018. № 2 (38). С. 53–58. EDN XSVHFR.

References

1. Belenkov A. I., Hrunov A. A., Abbas Ubajd A. A.-G. Vliyanie tekhnologii vozdelevaniya ozimoy rzhi na rost, razvitie i urozhajnost' v dlitel'nom polevom opyte // Kormoproizvodstvo. 2023. № 2. С. 28–32. EDN QLNPZF.

2. Voronov S. I., Kirichkova I. V., Novikov S. Yu. Vozdelevanie ozimoy rzhi pri razlichnyh urovnayah intensivkacii v Central'nom Nechernozem'e // Agrarnaya Rossiya. 2023. № 11. С. 3–6. DOI 10.30906/1999-5636-2023-11-3-6. EDN OONGIK.

3. Kokonov S. I. Optimizaciya agrofитocenozov ozimyh kormovyh kul'tur // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2018. № 2 (55). С. 29–35. EDN VOMBKG.

4. Kurchevskij S. M., Vinogradov D. V. Izmenenie osnovnyh svojstv dernovo-podzolistoj supeschanoj

pochvy pod dejstviem organomineral'nyh udobrenij i bakterial'nogo preparata «Bajkal EM-1» // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2013. № 4. С. 113–116. EDN YLRPBG.

5. Kurchevskij S. M., Vinogradov D. V., Shchur A. V. Vliyanie razlichnyh doz mineral'nogo grunta na agrohimiicheskie pokazateli i produktivnost' torfyanyh pochv // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. 2015. № 1 (25). С. 27–31. EDN UXKSCB.

6. Pasyнков A. V., Pasynkova E. N. Vliyanie vozrastayushchih urovnej mineral'nogo pitaniya na kachestvo razlichnyh frakcij zerna ozimoz rzhi // Agrohimiya. 2023. № 3. С. 43–52. DOI 10.31857/S0002188123030109. EDN KOCLMK.

7. Perspektivnye sorta zernovyh i zernobobovyh kul'tur dlya vyrashchivaniya v Udmurtii / Т. А. Babajceva, Е. F. Vafina, А. V. Mil'chakova, А. I. Hamadi // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2023. № 1 (73). С. 4–15. DOI 10.48012/1817-5457_2023_1_4-15. EDN MABPHZ.

8. Sentemov V. V., Vafina E. F., Hvosnyanskaya A. O. Effektivnost' predposevnoj obrabotki semyan razlichnymi soedineniyami mikroelementov // Glavnyj agronom. 2011. № 3. С. 26–29.

9. Sokolov A. A., Dedova E. M. Rol' zashchitnyh meropriyatij i monitoring v agrocenozah ozimyh zernovyh kul'tur v bor'be so zlakovymi muhami // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P. A. Kostycheva. 2023. Т. 15, № 4. С. 68–76. DOI 10.36508/RSATU.2023.38.48.010. EDN MXPBHDK.

10. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур в условиях Рязанской области / Д. В. Виноградов, А. А. Соколов, Е. И. Лупова, И. С. Питюрина // Международный технико-экономический журнал. 2016. № 5. С. 57–63. EDN XBDVWJ.

11. Hozyajstvennaya i ekonomicheskaya effektivnost' vozdelevaniya novyh i rajonirovannyh sortov yarovoj tverdoj pshenicy / N. A. Duktova, E. M. Minina, A. S. Zhuravskij, V. P. Duktov // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 3. С. 114–118. EDN MJFYIL.

12. Эффективность использования инсектицидов при хранении зерна / В. П. Положенцев, Е. И. Лупова, Н. И. Морозова [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2018. № 2 (38). С. 53–58. EDN XSVHFR.

Сведения об авторах:

А. С. Шкуркина¹, соискатель, <https://orcid.org/0009-0006-1817-5193>;

Д. В. Виноградов^{2✉}, доктор биологических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-2017-1491>

^{1,2}ФГБОУ ВО РГАТУ, ул. Костычева, 1, Рязань, Россия, 390044

²МГУ имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, стр. 12, Москва, Россия, 119234

²vdv-rz@rambler.ru

Original article

CULTIVATION OF WINTER RYE IN THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION**Anna S. Shkurkina¹, Dmitriy V. Vinogradov²✉**^{1,2}Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev, Ryazan, Russia²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia²vdv-rz@rambler.ru

Abstract. *The article analyses the results of cultivation of winter rye hybrids in conditions of Moscow region on sod-podzolic soils. The study examined the effect of microfertilizers on the productivity of winter rye hybrids (Ravo, ZU Forzetti, Eterno (factor A); factor B – options of treatment with agrochemicals (Folirus Active, Folirus Maxi, Lebozol-complete, ArksoilKKR). The results of two-year studies revealed an increase in yield structure and yield indicators for all variants of winter rye with the application of agrochemicals. It is noted that in the period of December 2022 – February 2023 there were unfavorable conditions for overwintering of winter rye in the region, a negative natural phenomenon of ice crust in crops was observed which significantly reduced the safety of grain plants during the resumption of spring vegetation. During the winter period of 2022–2023, rye damage ranged from 28.7 % to 48.8 %, the best survival rate was found to be for variants of the ZU Forzetti hybrid. High yields were found on plots with hybrid ZU Forzetti. The maximum yield was obtained in the variant ZU Forzetti + Folirus Active (4.14 t/ha). As for other hybrids, high yields were achieved in variants: Ravo + Folirus Active (3.57 t/ha), Eterno + Folirus Active (3.26 t/ha), Ravo + Folirus Maxi (3.16 t/ha), Eterno + ArksoilKKR (3.03 t/ha). The analysis of the qualitative indicators revealed that the protein content varied between 9.4–11.5 % for the variants, lower indicators were found in the hybrid ZU Forzetti (9.4–9.9 %), high – in Eterno (10.5–11.5 %). The winter rye hybrid ZU Forzetti showed greater economic efficiency, both in the variant without treatment, and in variants with treatment with all the studied agrochemicals.*

Key words: winter rye, Central part of the Non-Chernozem zone, agrochemical, crop yield, grain quality, economic efficiency.

For citation: Shkurkina A. S., Vinogradov D. V. Cultivation of winter rye in the Central Non-chernozem region. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy.* 2024; 2(78): 35-43. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_35-43.

Authors:**A. S. Shkurkina¹**, applicant, <https://orcid.org/0009-0006-1817-5193>;**D. V. Vinogradov²✉**, Doctor of Biological Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2017-1491>^{1,2}FSBEI HE RSATU, 1 Kostycheva St., Ryazan, Russia, 390044²Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, build. 12, Moscow, Russia, 119234²vdv-rz@rambler.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 10.04.2024; одобрена после рецензирования 27.04.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 10.04.2024; approved after reviewing 27.04.2024; accepted for publication 28.05.2024.

ВОЗМОЖНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РУБОК СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ КЕДРОВНИКАХ

Безденежных Ирина Владимировна,

Гавриленко Андрей Николаевич, Залесов Сергей Вениаминович ✉

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия

✉ zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. На основании материалов шести пробных площадей, заложенных в 130–140-летних производных насаждениях с участием в составе древостоев до трех единиц сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.), сделаны предложения по совершенствованию рубок спелых и перестойных насаждений в Западно-Сибирском среднетаежном равнинном лесном районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Установлено, что древостои зеленомошного и зеленомошно-ягодникового типов леса в вышеуказанном возрасте имеют хорошее санитарное состояние и высокую относительную полноту. Последнее позволяет рекомендовать отказаться от сплошнолесосечных рубок, заменив их двумя приемами равномерно-постепенных рубок с оставлением после второго приема древостоя с относительной полнотой не менее 0,5. Указанное обеспечит сохранение устойчивости против ветра оставляемых для дальнейшего выращивания деревьев кедра. Рубки рекомендуются проводить в зимний период по широкопосечной технологии с укладкой порубочных остатков на трелевочные волокна с целью предотвращения повреждения корней у оставляемой части древостоя. Проведение указанных рубок позволит заготовить значительный объем спелой древесины, сохранить экологические функции насаждения и перестроить их в коренные кедровники. Последнему во многом будет способствовать наличие от 1,3 до 4,4 тыс. шт./га подроста кедра в пересчете на крупный. Проведение указанных рубок не противоречит действующим нормативно-правовым документам по рубкам спелых и перестойных насаждений.

Ключевые слова: потенциальные кедровники, рубки спелых и перестойных насаждений, сосна кедровая сибирская, подрост, равномерно-постепенные рубки.

Для цитирования: Безденежных И. В., Гавриленко А. Н., Залесов С. В. Возможность совершенствования рубок спелых и перестойных насаждений в потенциальных кедровниках // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 44-50. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_44-50.

Актуальность. Восстановительно-возрастная динамика кедровых насаждений характеризуется значительной растянутостью во времени и в своем развитии проходит три периода [10–12]. Для первого периода характерно лесовосстановление на вырубках или гарях мягколиственными породами с постепенным накоплением подроста сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour.). В процессе накопления указанного подроста определяющую роль играет кедровка тонкоклювая (*Nucifraga caryocatactes* L.), благодаря которой всходы сосны сибирской (кедра) появляются на непокрытых лесной растительностью площадях на значительном расстоянии от материнских деревьев [2, 13]. Одновременно с зарастанием вырубок и гарей мягколиственными поро-

дами под их пологом накапливается, помимо подроста сосны сибирской, подрост ели и пихты. К окончанию периода в возрасте 100 лет деревья мягколиственных пород достигают естественной спелости и доминирование в составе древостоев начинает переходить к ели и пихте.

Второй период охватывает потенциальные кедровники в возрасте от 100 до 180 лет и характеризуется двумя фазами. При этом в возрасте 100–140 лет наблюдается интенсивный отпад деревьев мягколиственных пород, а в 140–180 лет господство переходит к темнохвойным породам. При этом доля участия сосны сибирской к окончанию второго периода обычно не превышает 30 %.

Третий период, когда возраст древостоя превышает 180 лет, характеризуется постепен-

ным выпадением из состава древостоя вначале пихты, а затем ели и постепенным увеличением доли сосны сибирской. Примерно в возрасте 240 лет кедр формирует практически чистые древостои. В этот период наблюдается его максимальное семеношение [3].

Естественно, что периоды и фазы восстановительно-возрастной динамики кедровых насаждений несколько отличаются по продолжительности в зависимости от географических условий и типов леса. Однако общая последовательность формирования кедровников сохраняется, что позволяет изменить ее лесоводственными приемами.

Главными недостатками современного ведения лесного хозяйства в кедровых лесах является то, что в насаждениях с долей участия кедра 3 и более единицы в формуле состава любые рубки запрещены, за исключением санитарных. В результате в отпад переходят все мягколиственные деревья, а также ель и пихта. В кедровниках накапливается огромная масса напочвенных горючих материалов, следствием чего являются устойчивые низовые пожары, вызывающие гибель кедровников.

Кроме того, в первые периоды потенциальные кедровники таксируются с учетом доминирующих в составе древесных пород, то есть березы, осины и ели. С учетом того, что до 100 лет в древостое доминируют береза и (или) осина, которые достигают количественной спелости в 50–60 лет, данные участки назначаются под сплошнолесосечные рубки по мягколиственному хозяйству. При этом подрост кедра частично погибает в процессе проведения лесосечных работ, а частично после рубки по причине резкого изменения микроклиматических условий на вырубке по сравнению с таковыми под пологом древостоя.

Лесовозобновление после таких рубок протекает за счет поросли от пня или корневых отпрысков мягколиственных пород, а восстановительно-возрастная динамика формирования кедровников возвращается в исходную точку. При этом накопление подроста кедра усложняется, поскольку формирование мягколиственных молодняков ускоряется за счет вегетативного возобновления.

Для планирования лесоводственных мероприятий в потенциальных кедровниках, где доля сосны сибирской не превышает 30 %, очень важно иметь объективные данные о санитарном состоянии древостоев, поскольку без них невозможно на научной основе проектировать выборочные рубки. К сожалению, не-

смотря на обширную литературу по проблеме сосны сибирской, данных о санитарном состоянии потенциальных кедровников в возрасте 100–140 лет крайне мало, что и определило направление исследования.

Цель исследований – анализ санитарного состояния потенциальных кедровников с установлением оптимального варианта рубок спелых и перестойных насаждений.

Материал и методы исследований. Объектом исследований служили 130–140-летние потенциальные кедровники зеленомошного (ЗМ) и зеленомошно-ягодникового (ЗМЯГ) типов леса с долей участия сосны сибирской в составе древостоев до 30 %. Указанные потенциальные кедровники произрастают в Самаровском лесничестве Ханты-Мансийского автономного округа – Югра (ХМАО-Югра). Согласно действующему районированию, территория района исследований относится к Западно-Сибирскому средне-таежному равнинному лесному району [4].

В ходе исследований было заложено 4 пробных площади (ПП), на которых определены основные таксационные показатели древостоев по элементам леса с учетом требований ОСТ 56-69-83 и апробированных методических рекомендаций [1, 6]. Две пробные площади представляли насаждения зеленомошного и две – зеленомошно-ягодникового типов леса.

Помимо установления основных таксационных показателей для каждого дерева, произрастающего на ПП, была определена категория санитарного состояния с последующим установлением средневзвешенной категории санитарного состояния для каждого элемента леса и насаждения в целом согласно Правилам санитарной безопасности в лесах [9]. По приведенной в них шкале установлено санитарное состояние древостоев ПП.

Поскольку одной из целей работы было установление вида рубок спелых и перестойных насаждений, обеспечивающих переформирование производных насаждений в коренные кедровники, в процессе проведения исследований был выполнен перечень подроста на учетных площадках согласно апробированным методическим рекомендациям [1] с установлением обеспеченности подростом в соответствии с нормативными документами [5].

Результаты и обсуждение. Материалы перечета на ПП позволили установить основные таксационные показатели потенциальных кедровых насаждений (табл. 1).

Таблица 1 – Таксационная характеристика древостоев пробных площадей

№ ПП	Со- став	Средние			Класс бонита- та	Тип леса	Полнота		Гу- стота, шт./га	Запас, м ³ /га	
		воз- раст, лет	диа- метр, см	высо- та, м			абсо- лютная, м ² /га	отно- ситель- ная		об- щий	в т.ч. сухо- стой
2	8С	140	18,8	14,0	V	ЗМ	31,72	1,04	1149	241	22
	2К	140	13,4	11,6			4,81	0,17	342	36	0
	+Б	140	13,8	11,2			2,12	0,12	143	11	1
	+Е	140	7,0	7,0			1,11	0,05	286	10	1
	едП	60	7,2	6,0			0,28	0	68	2	0
	едОс	-	0	0			0	0	6	1	1
	Итого	140	17,7	13,5			40,04	1,38	1994	301	25
3	4Е	120	13,4	9,9	V	ЗМ	8,65	0,39	617	56	1
	3С	140	26,0	15,6			6,12	0,19	115	50	2
	2Б	140	15,1	12,5			6,18	0,32	343	34	7
	1К	130	12,1	9,7			2,35	0,12	204	19	0
	едП	80	15,4	10,9			0,58	0,02	31	3	0
	Итого	140	17,6	12,4			23,88	1,05	1310	162	11
5	4С	130	20,5	17,0	V	ЗМЯГ	16,94	0,52	513	156	17
	3Е	130	11,5	11,5			4,01	0,16	388	93	9
	2К	130	23,8	16,0			10,87	0,28	244	90	0
	1Б	130	13,7	17,1			2,83	0,12	194	24	1
	едЛ	130	14,1	17,0			0,20	0,01	13	2	1
	едП	70	7,6	8,6			0,62	0,03	138	4	2
	Итого	130	17,8	15,2			35,47	1,12	1488	379	30
6	8С	130	20,7	16,5	V	ЗМЯГ	33,66	1,03	1000	288	27
	1К	130	14,2	12,0			5,06	0,18	320	37	0
	1Б	130	11,8	16,0			2,39	0,11	220	18	2
	+Л	130	32,2	17,6			1,09	0,03	13	11	0
	едЕ	130	7,7	10,5			0,81	0,03	173	8	0
	едП	70	8,5	10,1			0,23	0,01	40	2	0
	Итого	130	19,2	16,0			43,23	1,40	1767	364	29

Материалы таблицы 1 свидетельствуют, что основной преобладающей породой на ПП является сосна обыкновенная. Однако на одной пробной площади в составе преобладает ель. Варьирование возраста относительно невелико – 130–140 лет. Класс бонитета V. Особо следует отметить, что древостои ПП характеризуются смешанным составом с различной требовательностью древесных пород к степени освещенности. Последнее обусловило высокую относительную полноту произрастающих древостоев.

На всех ПП имеется в составе от 1 до 2 единиц кедр, что позволяет отнести изучаемые насаждения к потенциальным кедровникам. Однако поскольку доминирующими в составе являются другие древесные породы, в аналогичных насаждениях назначаются, как правило, сплошнолесосечные рубки.

Анализ санитарного состояния древостоев ПП (табл. 2) показал, что ПП-5 мо-

жет быть охарактеризована насаждениями без признаков ослабления. На остальных ПП представленные насаждения оцениваются как ослабленные. В то же время показатели естественного отпада на всех ПП близки к таковым в нормальных насаждениях согласно таблицам хода роста, что исключает необходимость проведения выборочных санитарных рубок и других санитарных мероприятий, а также специализированных обследований. При этом лучшими показателями санитарного состояния характеризуются деревья кедр, ели и пихты, что вполне укладывается в анализ восстановительно-возрастной динамики кедровых насаждений [12].

Учитывая высокую полноту древостоев ПП, можно предложить в условиях зеленомошного и зеленомошно-ягодникового типов леса проведение добровольно-выборочных рубок [8]. При этом в первые два приема из древостоя будут удалены сухостойные, больные и повреж-

денные деревья, а также наиболее крупные деревья сопутствующих пород, прежде всего березы и сосны. Уборка сопутствующих пород за один прием нежелательна, поскольку может вызвать ветровал.

Удаление больных, а также поврежденных деревьев 3–5-й категорий санитарного состояния улучшит показатели санитарного состояния древостоя в целом, а уборка крупных деревьев сопутствующих пород не только позволит использовать качественную древесину, но и улучшит микроклимат для оставленных на доращивание деревьев. В частности, увеличение солнечной радиации будет способствовать повышению семеношения деревьев кедр и росту подроста кедр предварительной генерации.

Рубки следует проводить по широкопосечной технологии в зимний период с укладкой порубочных остатков на трелевочные волокна. Последнее обеспечит защиту корневых систем деревьев, оставляемых на доращивание, от повреждения лесозаготовительной техникой.

Таблица 2 – Распределение запаса деревьев на ПП по категориям санитарного состояния, м³/%

№ ПП	Древесная порода	Запас по категориям санитарного состояния					Средний балл
		1	2	3	4	5	
2	Сосна	<u>135,0</u> 56,0	<u>64,6</u> 26,8	<u>20,5</u> 8,5	<u>1,2</u> 0,5	<u>19,7</u> 8,2	1,8
	Кедр	<u>34,5</u> 95,8	<u>1,1</u> 3,0	<u>0,4</u> 1,2	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	1,1
	Береза	<u>4,5</u> 41,3	<u>4,7</u> 42,8	<u>1,2</u> 10,9	<u>0</u> 0	<u>0,6</u> 5,0	1,8
	Ель	<u>7,5</u> 75,3	<u>1,7</u> 17,3	<u>0,3</u> 2,5	<u>0</u> 0	<u>0,5</u> 4,9	1,4
	Пихта	<u>2</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	1,0
	Осина	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>1</u> 100	5,0
	Итого	<u>183,5</u> 61,0	<u>72,1</u> 24,0	<u>22,4</u> 7,4	<u>1,2</u> 0,4	<u>21,8</u> 7,2	1,7
3	Сосна	<u>11,0</u> 22,0	<u>22,2</u> 44,4	<u>14,6</u> 29,2	<u>0</u> 0	<u>2,2</u> 4,5	2,2
	Кедр	<u>18,5</u> 97,6	<u>0,2</u> 0,8	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,3</u> 1,6	1,1
	Береза	<u>17,6</u> 51,7	<u>3,4</u> 10,0	<u>7,1</u> 20,9	<u>0</u> 0	<u>5,9</u> 17,3	2,2
	Ель	<u>48,5</u> 86,7	<u>5,1</u> 9,0	<u>1,2</u> 2,1	<u>0,1</u> 0,2	<u>1,1</u> 2,0	1,2
	Пихта	<u>2,6</u> 86,5	<u>0,4</u> 13,5	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	1,1
	Итого	<u>98,2</u> 60,6	<u>31,3</u> 19,3	<u>22,9</u> 14,1	<u>0,1</u> 0,1	<u>9,5</u> 5,9	<u>1,7</u>

Окончание таблицы 2

№ ПП	Древесная порода	Запас по категориям санитарного состояния					Средний балл
		1	2	3	4	5	
5	Сосна	<u>116,4</u> 74,6	<u>23,1</u> 14,8	<u>0,9</u> 0,6	<u>0</u> 0	<u>15,6</u> 10,0	1,6
	Кедр	<u>80,1</u> 86,2	<u>12,2</u> 13,1	<u>0,2</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>0,5</u> 0,5	1,2
	Береза	<u>16,9</u> 70,4	<u>2,9</u> 12,3	<u>2,5</u> 10,3	<u>0,3</u> 1,3	<u>1,4</u> 5,7	1,6
	Ель	<u>76,6</u> 85,1	<u>1,3</u> 1,5	<u>4,0</u> 4,4	<u>0,1</u> 0,1	<u>8,0</u> 8,9	<u>1,5</u>
	Пихта	<u>2,7</u> 67,6	<u>0</u> 0	<u>0,1</u> 1,7	<u>0</u> 0	<u>1,2</u> 30,7	2,3
	Лиственница	<u>1,6</u> 81,9	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,4</u> 18,1	1,7
	Итого	<u>294,3</u> 79,8	<u>39,5</u> 10,7	<u>7,7</u> 2,1	<u>0,4</u> 0,1	<u>27,1</u> 7,3	1,4
6	Сосна	<u>188,4</u> 65,4	<u>46,6</u> 16,2	<u>25,9</u> 9,0	<u>2,9</u> 1,0	<u>24,2</u> 8,4	1,7
	Кедр	<u>37,0</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	1,0
	Ель	<u>7,4</u> 93,2	<u>0,3</u> 3,4	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,3</u> 3,4	<u>1,2</u>
	Пихта	<u>2,0</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	1,0
	Береза	<u>3,0</u> 16,7	<u>8,2</u> 45,3	<u>4,8</u> 26,8	<u>0</u> 0	<u>2,0</u> 11,3	2,4
	Лиственница	<u>11,0</u> 100	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	1,0
	Итого	<u>248,8</u> 68,4	<u>55,1</u> 15,1	<u>30,7</u> 8,4	<u>2,9</u> 0,8	<u>26,5</u> 7,3	1,6

Полагаем, что хорошее санитарное состояние деревьев кедр при условии оставления после рубки относительной полноты древостоев 0,5 позволит сохранить их устойчивость и обеспечит переформирование производных насаждений в коренные кедровники.

С экологической точки зрения целесообразно формирование разновозрастных кедровников. Выполненные нами исследования показали, что на всех ПП имеется подрост кедр различных групп высот. Для оценки обеспеченности подростом жизнеспособный подрост был пересчитан на крупный с коэффициентами 0,5 для мелкого, 0,8 для среднего и 1,0 для крупного подроста. Данные о количестве жизнеспособного подроста в пересчете на крупный приведены в таблице 3.

Согласно нормативным документам [5], для перевода участка в покрытые лесной растительностью земли в условиях мшистой группы типов леса Западно-Сибирского среднеэтажного равнинного лесного района необходимо иметь 1,7 тыс. шт./га подроста сосны кедровой сибирской высотой 0,8 м. Наши

исследования свидетельствуют (табл. 3), что в изучаемых древостоях количество подраста сосны сибирской варьирует от 1600 до 3400 шт./га в пересчете на крупный. Следовательно, как в насаждениях зеленомошного, так и зеленомошно-ягодникового типа леса имеется значительное количество крупного подраста, способного сформировать после проведения первых приемов постепенной или добровольно-выборочной рубки второй ярус из сосны сибирской, а в будущем и чистое кедровое насаждение.

Таблица 3 – Количество жизнеспособного подраста в пересчете на крупный в разрезе ПП

№ ПП	Порода	Количество подраста		Формула состава
		шт./га	%	
2	Кедр	3400	63,8	6К2Б2ЕедП
	Береза	1000	18,7	
	Ель	830	15,6	
	Пихта	100	1,9	
	Итого	5330	100	
3	Кедр	1600	45,7	5К3Б2Е+ПедС
	Береза	900	25,7	
	Ель	740	21,2	
	Пихта	180	5,1	
	Сосна	80	2,3	
5	Кедр	3060	60,0	6К3Е1П+С
	Ель	1460	28,6	
	Пихта	330	6,5	
	Сосна	250	4,9	
	Итого	5100	100	
6	Кедр	3350	65,9	7К3Е+БедП
	Ель	1455	28,6	
	Береза	180	3,5	
	Пихта	100	2,0	
	Итого	5085	100	

Проведение постепенных рубок позволит получить 150–250 м³/га спелой древесины, а также переформировать производные насаждения в коренные кедровники.

Выводы:

1. В условиях средней подзоны тайги Западной Сибири имеют место значительные площади производных насаждений, сформировавшихся на месте коренных кедровых насаждений.

2. В возрасте 130–140 лет указанные насаждения характеризуются значительным запасом стволовой древесины, хорошим санитарным состоянием и долей сосны сибирской до 30 % в составе древостоев.

3. Таксационные показатели древостоев позволяют рекомендовать проведение в них двух приемов добровольно-выборочной рубки с целью увеличения доли кедра в составе древостоев.

4. Проведение рубок в два приема позволит сохранить устойчивость против ветра оставляемых на дорощивание деревьев.

5. Добровольно-выборочные рубки проводятся путем уборки сухостойных, больных, поврежденных и наиболее крупных деревьев сопутствующих пород со снижением относительной полноты до 0,5.

6. Наличие 1600–3400 шт./га подраста кедра в пересчете на крупный обеспечит при его сохранении в процессе проведения лесосечных работ формирование второго яруса из сосны сибирской, а в будущем и формирование чистых кедровых насаждений.

Список источников

1. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург: УГЛУТУ, 2023. 146 с.
2. Дебков Н. М., Оплетаяев А. С. О степени изученности консортивных связей кедровки тонкоклювой *Nucifraga caryocatactes* L. и сосны сибирской *Pinus sibirica* Du Tour. // Леса России и хозяйство в них. 2017. № 1 (60). С. 12–18.
3. Коростелев А. С., Залесов С. В., Годовалов Г. А. Недревесная продукция леса. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2010. 480 с.
4. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и перечня лесных районов Российской Федерации: Утв. Приказом Минприроды России от 18.08.2014 г. № 367.
5. Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления: Утв. Приказом Минприроды России 29.12.2021 г. № 1024.
6. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.
7. ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустойчивые. Метод закладки. Москва, 1983. 60 с.
8. Правила заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в ст. 23 Лесного кодекса Российской Федерации: Утв. Приказом Минприроды России от 01.12.2020 г. № 993.

9. Правила санитарной безопасности в лесах: Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 09.12.2020 г. № 2047.

10. Седых В. Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. Новосибирск: Наука. 2014. 232 с.

11. Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. Новосибирск: Наука, 2009. 164 с.

12. Смолоногов Е. П., Залесов С. В. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. 186 с.

13. Танцырев Н. В., Санников С. Н. Анализ консортивных связей между сосной сибирской и кедровкой на Среднем Урале // Экология. 2011. № 1. С. 20–24.

References

1. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S. Lesnoj ekologicheskij monitoring. Ekaterinburg: UGLTU, 2023. 146 s.

2. Debkov N. M., Opletaev A. S. O stepeni izuchenosti konsortivnyh svyazej kedrovki tonkoklyuvoj Nucifraga caryocatactes L. i sosny sibirskoj Pinus sibirica Du Tour. // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2017. № 1 (60). S. 12–18.

3. Korostelev A. S., Zalesov S. V., Godovalov G. A. Nedrevesnaya produkcija lesa. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2010. 480 s.

4. Ob utverzhdenii Perechnya lesorastitel'nyh zon Rossijskoj Federacii i perechnya lesnyh rajonov Ros-

sijskoj Federacii: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 18.08.2014 g. № 367.

5. Ob utverzhdenii Pravil lesovosstanovleniya, formy, sostava, poryadka soglasovaniya proekta lesovosstanovleniya, osnovanij dlya otказа v ego soglasovanii, a takzhe trebovanij k formatu v elektronnoj forme proekta lesovosstanovleniya: Utv. Prikazom Minprirody Rossii 29.12.2021 g. № 1024.

6. Osnovy fitomonitoringa / N. P. Bun'kova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [i dr.]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 90 s.

7. OST56-69-83 Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki. Moskva, 1983. 60 s.

8. Pravila zagotovki drevesiny i osobennostej zagotovki drevesiny v lesnichestvah, ukazannyh v st. 23 Lesnogo kodeksa Rossijskoj Federacii: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 01.12.2020 g. № 993.

9. Pravila sanitarnoj bezopasnosti v lesah: Utv. Postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 09.12.2020 g. № 2047.

10. Sedyh V. N. Dinamika ravninnyh kedrovyyh lesov Sibiri. Novosibirsk: Nauka. 2014. 232 s.

11. Sedyh V. N. Lesoobrazovatel'nyj process. Novosibirsk: Nauka, 2009. 164 s.

12. Smolonogov E. P., Zalesov S. V. Ekologo-lesovodstvennye osnovy organizacii i vedeniya hozyajstva v kedrovyyh lesah Urala i Zapadno-Sibirskoj ravniny. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2022. 186 s.

13. Tancyrev N. V., Sannikov S. N. Analiz konsortivnyh svyazej mezhdru sosnoj sibirskoj i kedrovkoj na Srednem Urale // Ekologiya. 2011. № 1. S. 20–24.

Сведения об авторах:

И. В. Безденежных [✉], кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0009-0003-6806-8968>;

А. Н. Гавриленко, аспирант, <https://orcid.org/0000-0003-3088-7020>;

С. В. Залесов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», ул. Сибирский тракт, 37,
Екатеринбург, Россия, 620100

[✉]zalesovsv@m.usfeu.ru

Original article

IMPROVEMENT FEASIBILITY OF FELLINGS OF MATURE AND OVERMATURE PLANTINGS IN POTENTIAL CEDAR FORESTS

Irina V. Bezdenezhnykh, Andrey N. Gavrilenko, Sergey V. Zalesov [✉]

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

[✉]zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. The proposals are made for the improvement of fellings of mature and overmature plantings in the Western Siberian middle taiga plain forest area of the Khanty-Mansiysk Autonomous Region – Yugra. They were based on the six sampling areas laid out in 130–140 year old secondary plantings with three units of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in the stand composition. It has been established that stands of green moss and green moss berries forest types in above mentioned age have a good sanitary condition and high relative density. This fact provides the possibility to recommend to refuse from localized clear fellings replacing them with two even gradual fellings and leaving behind a tree stand with a relative density of at least 0.5 after the second thinning. The above

will ensure the stability against wind for the cedar trees left for further cultivation. The fellings are recommended to be carried out in winter using the wide-swath technology with the placement of logging residues on skidding trails in order to prevent damage to the roots of the remaining parts of the tree stand. These fellings will make it possible to harvest a significant amount of mature wood, to preserve the ecological functions of the plantations and reshape them into native pine forests. The latter will be greatly facilitated by the population of cedar undergrowth from 1.3 to 4.4 ths. pcs/ha (in terms of large ones). The conducting of these fellings does not contradict the current standards of the regulatory documents on felling of mature and overmature plantings.

Key words: potential cedar forests, fellings of mature and overmature plantings, Siberian stone pine, undergrowth, even gradual felling.

For citation: Bezdenezhnykh I. V., Gavrilenko A. N., Zalesov S. V. Improvement feasibility of fellings of mature and overmature plantings in potential cedar forests. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 44-50. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_44-50.

Authors:

I. V. Bezdenezhnykh, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0009-0003-6806-8968>;

A. N. Gavrilenko, PhD student, <https://orcid.org/0000-0003-3088-7020>;

S. V. Zalesov[✉], Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

Ural State Forest Engineering University, 37 Sibirskiy trakt St., Yekaterinburg, Russia, 620100

[✉]zalesovsv@m.usfeu.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 14.03.2024; одобрена после рецензирования 05.04.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 14.03.2024; approved after reviewing 05.04.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК [630*116.64+633.2.03:631.8]:519.24

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_50-59

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЛОС, КУСТАРНИКОВЫХ КУЛИС И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ В СТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

Есков Дмитрий Владимирович[✉], Проездов Петр Николаевич,
Маштаков Дмитрий Анатольевич, Удалова Ольга Геннадьевна,
Розанов Александр Владимирович

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, Саратов, Россия

[✉]eskovdv@rambler.ru

Аннотация. Цель исследования – повышение продуктивности пастбищ путем применения защитных лесных насаждений и удобрений. Закономерности формирования урожая трав пастбища учитывали влияние увлажнения года, защитных лесных насаждений и удобрений. В засушливые 2018–2019 гг. воздействие нитрофоса на продуктивность трав меньше до 44,0 % по сравнению с насаждениями, во влажные 2021–2022 гг. влияние азота и фосфора возрастает до 77,0 % по сравнению с насаждениями, что связано с достаточным количеством влаги в почве. Продуктивность трав с применением лесомелиоративных и агрохимических приемов выше, чем на контроле в среднем на 81,6 %, а в засушливые годы увеличивается до 200,0 %. Применение удобрений на пастбищах с наличием лесных полос и кустарниковых кулис уменьшает коэффициент водопотребления травами по сравнению с открытыми ландшафтами на 32,6 %, а в засушливые годы этот показатель доходит до 62,6 %. Исследованиями установлено, что продуктивность и водопотребление травами пастбищ связаны на 87,0–98,0 % с при-

менением лесомелиоративных и агрохимических приемов. Лучшее и полное усвоение удобрений происходит во влажные годы, поэтому фосфор и азот рекомендуется вносить большей дозой, чем в засушливые – до 60 кг/га каждого $N_{60}P_{60}$. Максимальная эффективность внесения удобрений зафиксирована на пастбищах с лесными полосами и кустарниковыми кулисами.

Ключевые слова: пастбища, продуктивность трав, защитные насаждения, водопотребление, удобрения, моделирование, степь Поволжья.

Для цитирования: Математическое моделирование воздействия лесных полос, кустарниковых кулис и удобрений на продуктивность пастбищных угодий в степи Поволжья / Д. В. Есков, П. Н. Проездов, Д. А. Маштаков [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 50-59. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_50-59.

Актуальность исследований. Концепция агролесомелиорации, как в России, так за рубежом, заключается в создании устойчивой экологической основы, своеобразного каркаса, в котором защитные лесные насаждения (ЗЛН) являются фундаментальным элементом ландшафта [10, 11, 12, 13]. При этом ЗЛН должны представлять собой эффективные, многофункциональные, мелиоративные системы. Продолжительность их работы (долгодействие) напрямую зависит от уровня их содержания и обслуживания в хозяйствах [3]. Многочисленными исследованиями [5, 10, 13, 14] доказано, что системы лесных полос, особенно в засушливые вегетационные периоды, снижают дефицит водного баланса, тем самым увеличивая продуктивность культур севооборотов и пастбищ. Изучив урожайность сельскохозяйственных культур в районах Северного Кавказа, Е. В. Полуэктов и Г. Г. Балакая отмечают, что лучшей конструкцией ЗЛН является ажурная. Она дает в засушливые годы достоверную прибавку урожая, по сравнению с плотной конструкцией, до 10–15 % [5]. О. В. Рулева и Е. В. Семинченко пришли к выводам, что коэффициент водопотребления ячменя в период вегетации снижается до 27,6 % не только под влиянием погодных условий, но и под влиянием лесных полос. С повышением засушливости климата данный показатель снижается еще больше [9].

В дополнение к этому применение минеральных удобрений в условиях степи Поволжья может повышать урожайность сельскохозяйственных культур до 20 % в зависимости от соотношения температуры и увлажнения [8].

Цель исследований – повышение продуктивности пастбищ в степи Поволжья путем применения защитных лесных насаждений и удобрений.

Задачи исследований – оценка влияния защитных лесных насаждений, кустарниковых кулис и минеральных удобрений на водопотребление и продуктивность трав эродированных пастбищ путем статистической обра-

ботки материалов, построения и анализа поверхностей откликов.

Материал и методы исследований. Опыты проводились на стационарном объекте (полигоне), расположенном в степи Приволжской возвышенности, который специально создавался для защиты территории от эрозии.

В исследовании использованы методики российских научных институтов, вузов и ученых [1, 2, 4, 6], основанные на классических принципах организации теории и практики агролесомелиорации, почвоведения, агрохимии, мелиорации. При планировании и проведении экспериментальных опытов применялись стандартные и частные методики, результаты которых обрабатывались методами вариационной статистики с использованием специализированных компьютерных программ.

Условия проведения исследований. Исследования проводились на опытном участке ООО «Нива» общей площадью 12,2 га, почвы которого представлены южным черноземом. Опытный объект был заложен на пастбищном склоне северной экспозиции крутизной 4–5°, так как именно подобные склоны используются в хозяйстве под пастбища. Кроме того, данный склон с 1983 г. является испытательным полигоном противоэрозионного комплекса, включающего одну стокорегулирующую лесную полосу (площадью 0,8 га) и три ряда кустарниковых кулис (площадью 2,2 га) с межкулисным расстоянием 50 м.

Закладка опытных площадок 10×5 м производилась в 3-кратной повторности по 3-факторной схеме (рис. 1). Площадки в вариантах опыта размещались систематическим методом, последовательно. Опыт проводился с учетом следующих трех факторов:

- 1) дозы удобрений, кг/га (без удобрений – A_1 ; доза $N_{30}P_{30}$ – A_2 ; доза $N_{60}P_{60}$ – A_3);
- 2) вид и наличие (отсутствие) лесных насаждений (пастбище (Пб) без ЗЛН, то есть открытое – B_1 ; Пб с наличием кустарниковых кулис (КК) – B_2 ; Пб с лесными полосами (ЛП) – B_3 ; Пб с ЛП и КК – B_4);

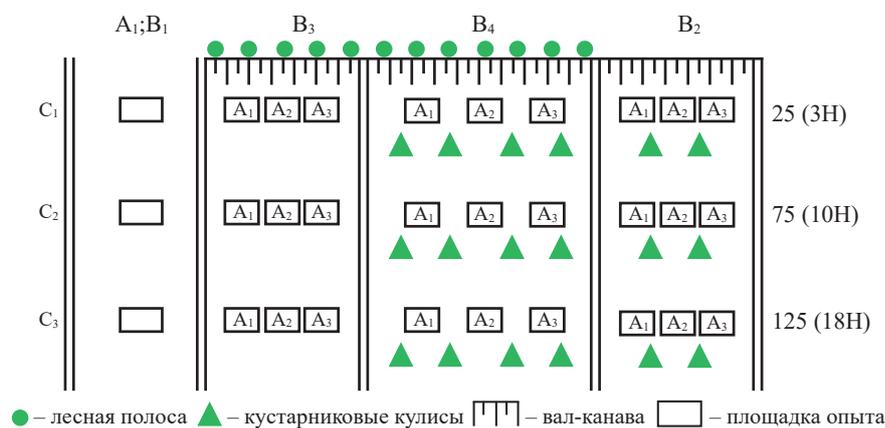


Рисунок 1 – Схема опыта на исследуемом участке

3) расстояние от ЛП, выраженное в единицах защитной высоты (Н), принимаемой равной 7 м (3Н – C₁ (25 м); 10Н – C₂ (75 м); 18Н – C₃ (125 м)).

Из минеральных удобрений в почву вносились нитрофос. Калийные удобрения в проводимых исследованиях не использовались по причине высокого – более 300 мг/кг – содержания калия в почвах опытного участка [7].

В целях уточнения влияния удобрений на продуктивность трав пастбищ во влажном 2021 г. (ГТК = 0,90) испытывался вариант внесения дозы N₄₅P₄₅ (90 кг/га). Опытная площадка A₂ при этом делилась пополам (5×5 м = 25 м²), и дозу туков N₁₅P₁₅ добавляли в виде подкормки к N₃₀P₃₀ в фазу бутонизации бобовых растений (вики). В очень влажном 2022 г. (ГТК = 1,20) на опытной площадке A₃ удобрение N₆₀P₆₀ вносилось в два приема с дозами: в первый срок N₄₅P₄₅, во второй – N₁₅P₁₅.

На северной экспозиции склона с крутизной 4,5° была проведена контурно-мелиоративная организация территории. Почвозащитный опыт включал в себя несколько этапов. На начальном этапе засыпались овраги с сохранением плодородного слоя. Далее вносились органические удобрения. В заключении создавалась стокорегулирующая ЛП ажурной конструкции и валом-канавой в нижней опушке. Роль главной породы выполняла береза повислая (*Betula pendula*), в качестве сопутствующей был выбран вяз приземистый (*Ulmus pumila*). В это же время высаживались три ряда кустарниковых кулис из бузины красной (*Sambucus racemosa*). Расстояние между кулисами принималось равным 50 м.

Результаты исследований. На продуктивность сельскохозяйственных культур и водопотребление травами пастбищ влияет многообразие природных и антропогенных факторов: осадки, эрозия и плодородие почв, приемы агрохимии и агролесомелиорации и т.п. Их со-

вокупность представляет собой многомерную гиперповерхность со сложной структурой, поэтому ее всестороннее исследование затруднено. В этом случае можно использовать математические модели и описания, содержащие наиболее весомые факторы, которые в наибольшей степени влияют на продуктивность угодий.

Для математической обработки результатов научных исследований применялись дисперсионный и регрессионный с элементами корреляционного анализа данных по методике Б. А. Доспехова [1]. Аналитические и экспериментальные методы позволили выявить факторы, которые в наибольшей степени влияют на продуктивность сельскохозяйственных угодий и эродированных пастбищ. К ним относятся: температура и количество осадков (гидротермический коэффициент) в период вегетации растений, доза минеральных удобрений, степень защищенности угодий ЗЛН.

Теоретический аспект повышения продуктивности пастбищ в степи Поволжья можно представить в виде уравнений регрессии:

$$Y = b_0 + b_1H + b_2U + b_3B + b_4HU + b_5HB + b_6UB + b_7HUB; \quad (1)$$

$$Y = b_0 + b_1O_e + b_2U + b_3B + b_4O_eU + b_5O_eB + b_6UB + b_7O_eUB; \quad (2)$$

где Y – продуктивность трав пастбища, т/га;

b₀-b₇ – коэффициенты множественной регрессии;

H – расстояние от ЛП, в единицах защитной высоты;

U – доза минеральных удобрений, кг/га;

B – степень защищенности Пб от эрозии (при открытом Пб - B₁ = 0,2; при Пб + КК - B₂ = 0,6; при Пб + ЛП - B₃ = 0,8; при Пб + ЛП + КК - B₄ = 0,9);

O_e – гидротермический коэффициент.

Наличие на пастбищах ЛП и кустарниковых кулис увеличивало продуктивность трав по сравнению с эффектом от удобрений: в засушливые 2018 г. (ГТК = 0,45) и 2019 г. (ГТК = 0,30) до 44,0 %; в средневлажный 2020 г. (ГТК = 0,70) до 7,9 % (табл. 1, 2) [8]. Максимальная продуктивность трав на пастбище зафиксирована на расстоянии 3Н от лесной полосы, то есть около 25 м (табл. 1). Во влажный 2021 г. (ГТК = 0,90) и очень влажный 2022 г. (ГТК = 1,20) отмечена другая тенденция – на продуктивность трав наибольшее воздействие оказали удобрения, а не защитные насаждения – до 41,5 % (табл. 1, 2).

В очень влажном 2022 г. на участках без лесных насаждений увеличение продуктивности трав пастбища составило при дозе азотно-фосфорных удобрений, кг/га: 60 – 15,6 %, 90 – 37,9 %, 120 – 64,7 %, а при наличии лесных полос и кустарниковых кулис соответственно – 19,6; 43,7 и 77,0 %.

В 2021 г. достоверная прибавка продуктивности трав от удобрений без ЗЛН составила 29,8 %, с применением лесных полос и кустарниковых кулис – 38,6 %.

В очень влажном 2022 г. существенная прибавка продуктивности трав от удобре-

ний без ЗЛН была 47,4 %, с ЗЛН – 53,3 % (табл. 1, 2).

В среднем за 2018–2022 гг. защитные насаждения совместно с туками обеспечили достоверную прибавку продуктивности пастбищных угодий в 42,1 %, из которых удобрения – 19,9 % (табл. 2).

Во влажном 2021 г. при повышении дозы удобрений с 60 до 90 кг/га (то есть на 50 %) на участках без ЗЛН наблюдалось увеличение продуктивности трав на 10,3 %. При наличии на пастбищах лесных полос и кустарниковых кулис продуктивность увеличивалась на 12,1 %. В очень влажном 2022 г. эти показатели доходили до 19,3 и 20,2 % соответственно. При увеличении дозы удобрений в 2 раза (с 60 до 120 кг/га) продуктивность трав в 2021 г. увеличилась соответственно на 10,7 и 13,1 %. Это говорит о том, что применение азотно-фосфорных туков дозой 120 кг/га ($N_{60}P_{60}$) в данных условиях нецелесообразно.

В 2022 г. (ГТК = 1,20) при удвоении доз удобрений продуктивность трав на открытых пастбищах увеличивается на 42,4 %, с наличием ЗЛН – на 48,0 %. Такие дозы могут быть вполне рекомендуемыми для очень влажных лет (табл. 1).

Таблица 1 – Продуктивность трав пастбищ в зависимости от ЗЛН и удобрений в 2020, 2021, 2022 гг. и средняя за период с 2018* по 2022 г., т/га

Фактор А	Фактор В											
	без ЗЛН			КК			ЛП			ЛП + КК		
	Фактор С											
	3Н**	10Н	18Н	3Н	10Н	18Н	3Н	10Н	18Н	3Н	10Н	18Н
2020 г. Средневлажный; осадки 101 мм; ГТК = 0,70; НСР ₀₅ = 0,05 т/га												
N_0P_0	3,74	3,69	3,71	4,33	4,27	4,24	4,46	4,40	4,34	4,51	4,46	4,41
$N_{30}P_{30}$	4,19	4,17	4,19	4,57	4,50	4,47	4,78	4,71	4,66	4,96	4,85	4,77
$N_{60}P_{60}$	4,26	4,21	4,20	4,71	4,67	4,66	4,89	4,86	4,78	5,03	4,95	4,90
Среднее	4,23	4,19	4,20	4,67	4,59	4,57	4,84	4,87	4,82	5,00	4,97	4,90
2021 г. Влажный; осадки 145 мм; ГТК = 0,90; НСР ₀₅ = 0,06 т/га												
N_0P_0	4,54	4,49	4,47	4,91	4,86	4,81	4,93	4,88	4,83	4,97	4,90	4,86
$N_{30}P_{30}$	5,22	5,19	5,17	5,75	5,70	5,66	5,86	5,80	5,75	5,97	5,90	5,86
$N_{45}P_{45} (N_{30}P_{30} + N_{15}P_{15})$	5,76	5,71	5,68	6,28	6,21	6,18	6,48	6,41	6,36	6,69	6,60	6,55
$N_{60}P_{60}$	5,78	5,74	5,71	6,30	6,25	6,20	6,55	6,49	6,44	6,75	6,70	6,66
Среднее	5,59	5,55	5,52	6,11	6,05	6,01	6,30	6,23	6,18	6,47	6,40	6,36
2022 г. Очень влажный; осадки 183 мм; ГТК = 1,20; НСР ₀₅ = 0,11 т/га												
N_0P_0	8,31	8,34	8,30	8,69	8,64	8,49	8,83	8,78	8,62	8,88	8,81	8,67
$N_{30}P_{30}$	9,61	9,54	9,59	10,04	10,01	9,89	10,51	10,47	10,35	10,62	10,58	10,47
$N_{45}P_{45} (N_{30}P_{30} + N_{15}P_{15})$	11,46	11,32	11,41	12,01	11,97	11,86	12,60	12,58	12,47	12,76	12,72	12,62
$N_{60}P_{60} (N_{45}P_{45} + N_{15}P_{15})$	13,69	13,80	13,75	14,83	14,80	14,67	15,55	15,52	15,41	15,72	15,70	15,58
Среднее	11,59	11,55	11,58	12,29	12,26	12,14	12,89	12,86	12,74	13,03	13,00	12,89
В среднем за 2018–2022 гг.; НСР ₀₅ = 0,08 т/га												
N_0P_0	3,98	3,96	3,95	4,39	4,37	4,31	4,54	4,48	4,39	4,62	4,55	4,47
$N_{30}P_{30}$	4,52	4,48	4,49	4,95	4,92	4,86	5,22	5,14	5,11	5,37	5,30	5,20

Окончание таблицы 2

Фактор А	Фактор В											
	без ЗЛН			КК			ЛП			ЛП + КК		
	Фактор С											
	ЗН**	10Н	18Н	ЗН	10Н	18Н	ЗН	10Н	18Н	ЗН	10Н	18Н
N ₄₅ P ₄₅	8,61	8,52	8,54	9,14	9,09	9,02	9,54	9,49	9,42	9,72	9,66	9,58
N ₆₀ P ₆₀	5,48	5,47	5,45	6,08	6,07	6,01	6,43	6,37	6,28	6,60	6,54	6,43
Среднее	6,20	6,16	6,16	6,72	6,69	6,63	7,06	7,00	6,94	7,23	7,17	7,07

Примечание: * – данные за 2018 и 2019 гг. были опубликованы авторами статьи ранее [7].

**Н – защитная высота ЛП (7 м); ЗН, 10Н, 18Н – расстояние от ЛП в Н;

НСР₀₅ – наименьшая существенная разность.

Таблица 2 – Прибавка продуктивности трав на пастбищах в зависимости от ЗЛН и удобрений в 2020, 2021, 2022 гг. и средняя за период 2018*–2022 гг., %

Годы	Вариант	ЗЛН			
		КК ЗН к К**	ЛП ЗН к К	ЛП+КК ЗН к К	среднее значение
Средневлажный 2020 г.	ЗЛН	15,8	19,3	20,7	18,6
	У	9,1 (10,1)***	10,1 (11,4)	13,0 (13,8)	10,7 (11,8)
	ЗЛН + У	24,9 (25,9)	29,4 (30,7)	33,7 (34,5)	29,3 (30,4)
Влажный 2021 г.	ЗЛН	8,1	8,7	9,5	8,8
	У	26,5 (30,7)	30,1 (35,6)	33,3 (39,2)	29,8 (35,1)
	ЗЛН + У	34,6 (38,8)	38,8 (44,3)	42,5 (48,7)	38,6 (43,9)
Очень влажный 2022 г.	ЗЛН	4,6	6,2	6,8	5,9
	У	43,3 (73,8)	48,9 (80,9)	50,0 (82,4)	47,4 (79,0)
	ЗЛН + У	47,9 (78,4)	55,1 (87,1)	56,8 (89,2)	53,3 (84,9)
В среднем за 2018–2022 гг.	ЗЛН	15,2	23,6	27,7	22,2
	У	16,8 (24,1)	20,1 (26,5)	22,7 (30,9)	19,9 (27,2)
	ЗЛН + У	32,0 (39,3)	43,7 (51,8)	50,4 (58,6)	42,1 (49,4)

Примечание: * – данные за 2018 и 2019 гг. были опубликованы авторами статьи ранее [7].

**К – контроль, то есть без ЗЛН и удобрений.

*** – в скобках приведены данные влияния максимальной дозы удобрений N₆₀P₆₀.

Следует отметить влияние максимальной дозы удобрений (N₆₀P₆₀) на прибавку продуктивности трав пастбищ, которая стабильно возрастает с увеличением увлажнения вегетационного периода произрастания растений: от 5,1 % (в засушливые годы) до 79,0 % во влажные, а совместно с ЗЛН соответственно от 30,4 до 84,9 % (табл. 2).

В засушливые годы (2018, 2019) водопотребление травами пастбищ обеспечивалось осадками на 13,3 %, в средневлажный год (2020) – на 51,8 %. Во влажные годы (2021 и 2022) – до 73,5 % (табл. 3).

Наличие ЗЛН на пастбищах способствует лучшему использованию влаги травами из активного слоя почвы (0,8 м) – данный показатель доходит до 23 мм. При этом коэффициент водопотребления травами K_e (определяемый отношением суммы осадков за вегета-

цию и используемой почвенной влаги к продуктивности трав пастбищ, м³/т) уменьшается с повышением увлажнения вегетационного периода до 4,8 раза, а под воздействием защитных насаждений и удобрений – до 4,4 раза (табл. 3).

В засушливые годы (2018, 2019) от суммарного водопотребления растениями использовалось до 21,2 % осадков и до 77,8 % почвенной влаги.

Из слоя почвы глубже расчетного (> 0,8 м) растениями подтягивалось до 13,9 % влаги, то есть при дефиците осадков пастбищные травы для своего роста и развития используют почвенные резервы [10]. Во влажные вегетационные периоды отрастающие растения потребляют до 73,5 % осадков. При этом в очень влажные годы влага из слоя почвы > 0,8 м не используется.

Таблица 3 – **Водопотребление и продуктивность трав пастбищ в 2020, 2021, 2022 гг. и средняя за период с 2018* по 2022 г.**

Варианты	Водные запасы снега, мм	Осадки эффективные, мм	Использование влаги из почвы, мм			Суммарное водопотребление травами, мм	Продуктивность трав, т/га	Коэффициент водопотребления, м³/т
			в слое, м		всего			
			0,8	>0,8				
2020 г. Средняя по увлажнению осень 2019 г., очень малоснежная зима 2019–2020 гг.; ГТК = 0,70; НСР ₀₅ = 0,05 т/га								
Без ЛП, КК, У	23	101	91	3	94	195	3,71	526
КК + У	37	101	94	5	99	200	4,60	435
ЛП + У	44	101	97	6	103	204	4,78	427
ЛП + КК + У	49	101	99	6	105	206	4,90	420
2021 г. Острозасушливая осень 2020 г., среднеснежная зима 2020–2021 гг.; ГТК = 0,90; НСР ₀₅ = 0,06 т/га								
Без ЛП, КК, У	93	155	74	2	76	231	4,54	509
КК + У	114	155	79	1	80	235	6,11	385
ЛП + У	127	155	82	1	83	238	6,30	378
ЛП + КК + У	139	155	82	1	83	238	6,47	368
2022 г. Средняя по увлажнению осень 2021 г., среднеснежная зима 2021–2022 гг.; ГТК = 1,20; НСР ₀₅ = 0,11 т/га								
Без ЛП, КК, У	67	183	66	0	66	249	8,31	300
КК + У	83	183	73	0	73	256	12,29	208
ЛП + У	89	183	76	0	76	259	12,89	201
ЛП + КК + У	96	183	77	0	77	260	13,03	199
В среднем за 2018–2022 гг.; НСР ₀₅ = 0,08 т/га								
Без ЛП, КК, У = 0	121	96	96	6	102	198	3,97	499
КК + У = 30	138	96	103	8	111	214	5,50	389
ЛП + У = 60	146	96	106	10	116	222	5,76	385
ЛП + У = 90	150	96	107	10	117	224	5,845	383
ЛП+ КК + У = 120	154	96	108	10	118	226	5,93	381

Примечание: * – данные за 2018 и 2019 гг. были опубликованы авторами статьи ранее [7].

Для визуального отображения регрессионных моделей (1 и 2) были построены поверхности откликов в 3-мерных сечениях (рис. 2, 3, 4). Для коэффициента водопотребления, играю-

щего важную роль в продуктивности пастбищ, была визуализирована его зависимость от гидротермического коэффициента и степени защищенности ЗЛН в период 2018–2022 гг. (рис. 5).

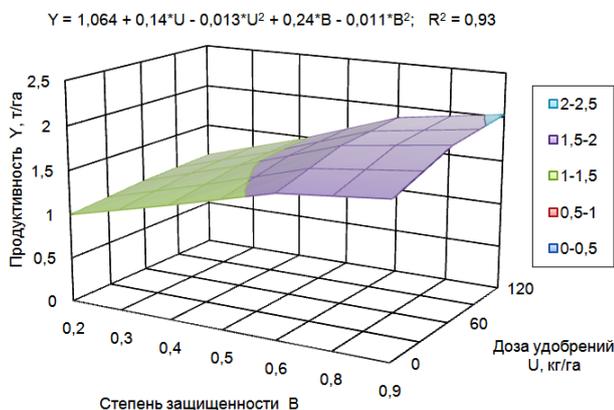


Рисунок 2 – **Продуктивность трав пастбища в сухом 2019 г. в зависимости от дозы удобрений и степени защищенности**

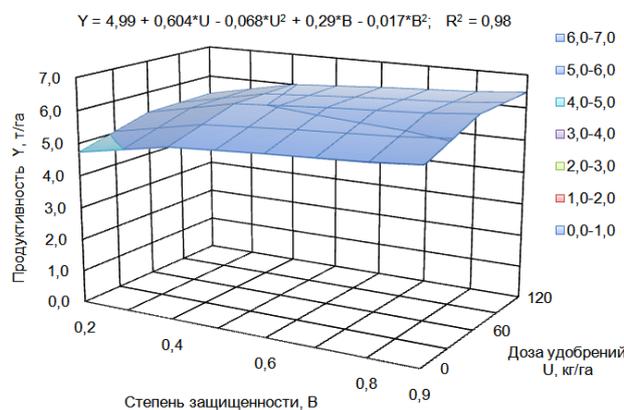


Рисунок 3 – **Продуктивность трав пастбища в очень влажном 2022 г. в зависимости от дозы удобрений и степени защищенности угодий**

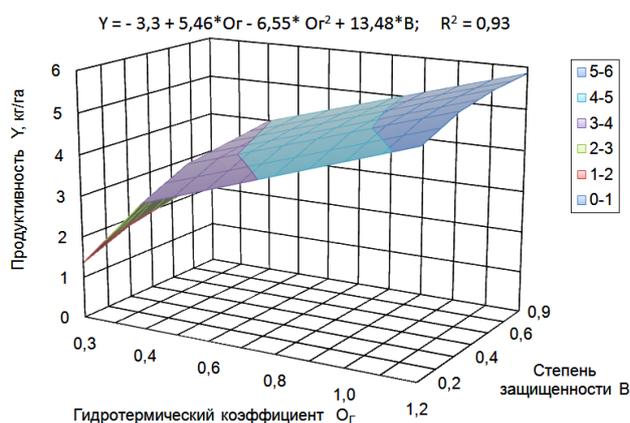


Рисунок 4 – Продуктивность трав в 2018–2022 гг. в зависимости от гидротермического коэффициента и степени защищенности ЗЛН при дозе удобрений ($N_{45}P_{45}$) 90 кг/га

Статистический анализ показал, что основными факторами, влияющими на продуктивность и водопотребление травами пастбищ, являются: гидротермический коэффициент (обусловлен температурой и осадками), доза удобрений и степень защищенности угодий лесными насаждениями (обусловлена расстоянием от ЛП в единицах Н). Это подтверждается тем, что при исключении из модели соответствующего фактора происходит уменьшение коэффициента детерминации и значительное увеличение среднего абсолютного отклонения и средней абсолютной ошибки.

Результаты данных исследований внедрены на участках склонов северных экспозиций на площади 1040 га в сельскохозяйственных предприятиях ООО «Нива» и ИП «Глава КФХ Шишкин А. А.» Татищевского района Саратовской области. Применение ЗЛН и удобрений позволило сельхозтоваропроизводителям содержать сельскохозяйственные земли на допустимом уровне эрозии и повысить продуктивность пастбищных угодий на 15–40 %.

Выводы. Применение удобрений на эродированных пастбищах, особенно в вегетационные периоды с повышенной влажностью, способствует лучшему усвоению питательных веществ и повышению продуктивности трав до 47,4 %. Также повышению продуктивности пастбищ способствует наличие ЗЛН ажурной конструкции с межполосным расстоянием 300–250 м и кустарниковые кулисы с расстоянием между рядами 50 м. В то же время выпадающие осадки могут снижать с 51,7 до 5,9 % влияние ЗЛН на продуктивность трав в период вегетации.

Между продуктивностью трав пастбищ, гидротермическими условиями вегетативного

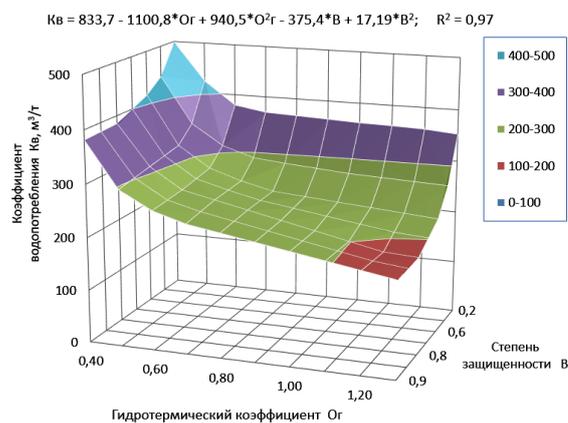


Рисунок 5 – Коэффициент водопотребления пастбищем в 2018–2022 гг. в зависимости от гидротермического коэффициента и степени защищенности ЗЛН

периода растений, лесомелиоративными приемами и дозой удобрений наблюдается тесная взаимосвязь. Значение коэффициента детерминации находится на уровне 87–98 %.

Проведенные исследования позволяют дать сельскохозяйственному производству для пастбищных угодий степи Поволжья следующие рекомендации:

- 1) на склонах от 3 до 5° должны создаваться контурные ЛП ажурной конструкции с межполосным расстоянием 350–250 м;
- 2) в качестве главной породы в ЛП использовать березу повислую (*Betula pendula*), в качестве сопутствующей – вяз приземистый (*Ulmus pumila*);
- 3) в межполосных пространствах необходимо высаживать три ряда кустарниковых кулис из бузины красной (*Sambucus racemosa*) с межкулисным расстоянием 50 м;
- 4) в средневлажные, среднесухие и сухие вегетационные периоды вносить удобрения ($N_{30}P_{30}$) с дозой 60 кг/га;
- 5) во влажные и очень влажные годы удобрения следует вносить в два приема – основной и подкормка: $N_{30}P_{30} + N_{15}P_{15}$ с дозой 90 кг/га и $N_{45}P_{45} + N_{15}P_{15}$ – 120 кг/га соответственно. При этом подкормки следует проводить в фазу бутонизации бобовых трав.

Сведения о финансировании. Исследования реализованы в рамках выполнения государственного проекта «Расширение системы климатического и экологического мониторинга и прогнозирования на территории Российской Федерации в целях обеспечения адаптационных решений в отраслевом и региональном разрезах, включая борьбу с опустыниванием» (соглашение № 169-15-2023-001 от 01.03.2023 г.).

Список источников

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Книга по Требованию, 2012. 352 с.
2. Костяков А. Н. Основы мелиораций. Москва: Сельхозгиз, 1960. 622 с.
3. Кулик К. Н., Беляев А. И., Пугачева А. М. Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов // Аридные экосистемы. 2023. Т. 29. № 1 (94). С. 4–14.
4. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / Под ред. Е. С. Павловского, М. И. Долгилевича. Москва: ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ, 1985. 112 с.
5. Полуэктов Е. В., Балакай Г. Т. Влияние защитных лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: материалы Международной научно-экологической конференции. Краснодар, 2018. С. 504–507.
6. Практикум по агрохимии / Под редакцией академика РАСХН В. Г. Минеева. Москва: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2001. 689 с.
7. Закономерности воздействия защитных лесных насаждений и удобрений на продуктивность пастбищ в степи Поволжья / П. Н. Проездов, Д. В. Есков, Н. В. Дормидонтова [и др.] // Успехи современного естествознания. 2020. № 12. С. 42–48.
8. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на минеральные удобрения в различных гидротермических условиях степного Поволжья / В. В. Пронько, М. П. Чуб, Т. М. Ярошенко [и др.] // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 27–32.
9. Рулева О. В., Овечко Н. Н. Влияние лесных полос на изменение продуктивности сельскохозяйственных культур в хозяйствах Волгоградской области // Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию создания Всероссийского научно-исследовательского агролесомелиоративного института, Волгоград, 19–23 сентября 2016 г. / Главный редактор К. Н. Кулик. Волгоград: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский агролесомелиоративный институт», 2016. С. 506–511.
10. Стратегия развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 г., переработанная и дополненная / К. Н. Кулик [и др.]; ФНИЦ агроэкологии РАН. Волгоград, 2018. 36 с.
11. Agrawal A., Wollenderg E., Persha L. Governing agriculture-forest landscapes to achieve climate change mitigation. *Global Environmental Change*. 2014; 29: 270–280.
12. Koshkaldal I. V., Tyshkovets V. V., Suska A. A. Ecological and economic basis of anti-erosion stability of forest-agrarian landscapes. *Journal of geology geography and geoecology*. 2018; 27-3: 444–452.

13. Liu T. X., Zhang S. W. Agroforestry Systems in Northern Temperate Zone and Productive Perspectives. *Advanced Materials Research*. 2011; 304: 253–258.

14. Proezdov P., Eskov D., Mashtakov D., Rozanov A. Influence Pattern of forest strip complex and mulched par plowing in crop rotations on erosion in the Volga region steppe / P. Proezdov. *Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems: Models of Competition and Cooperation (ESES 2019)*. Atlantis Press, Paris, France. 2020: 319–322.

References

1. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). Moskva: Kniga po Trebovaniyu, 2012. 352 s.
2. Kostyakov A. N. Osnovy melioracij. Moskva: Sel'hozgiz, 1960. 622 s.
3. Kulik K. N., Belyaev A. I., Pugacheva A. M. Rol' zashchitnogo lesorazvedeniya v bor'be s zasuhoy i opustynivaniem agrolandshaftov // Aridnye ekosistemy. 2023. T. 29. № 1 (94). S. 4–14.
4. Metodika sistemnyh issledovaniy lesoagrarnykh landshaftov / Pod red. E. S. Pavlovskogo, M. I. Dolgilevicha. Moskva: VASKHNIL, VNIALMI, 1985. 112 s.
5. Poluektov E. V., Balakaj G. T. Vliyanie zashchitnykh lesnykh polos na urozhajnost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur // Ekologicheskie problemy razvitiya agrolandshaftov i sposoby povysheniya ih produktivnosti: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-ekologicheskoy konferencii. Krasnodar, 2018. S. 504–507.
6. Praktikum po agrohimii / Pod redakciej akademika RASKHN V. G. Mineeva. Moskva: MGU imeni M. V. Lomonosova, 2001. 689 s.
7. Zakonomernosti vozdejstviya zashchitnykh lesnykh nasazhdenij i udobrenij na produktivnost' pastbishch v stepi Povolzh'ya / P. N. Proezdov, D. V. Eskov, N. V. Dormidontova [i dr.] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2020. № 12. S. 42–48.
8. Otzyvchivost' sel'skohozyajstvennykh kul'tur na mineral'nye udobreniya v razlichnykh gidrotermicheskikh usloviyah stepnogo Povolzh'ya / V. V. Pron'ko, M. P. Chub, T. M. Yaroshenko [i dr.] // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2017. № 9. S. 27–32.
9. Ruleva O. V., Ovechko N. N. Vliyanie lesnykh polos na izmenenie produktivnosti sel'skohozyajstvennykh kul'tur v hozyajstvakh Volgogradskoj oblasti // Zashchitnoe lesorazvedenie, melioraciya zemel', problemy agroekologii i zemledeliya v Rossijskoj Federacii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 85-letiyu sozdaniya Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo agrolesomeliiorativnogo instituta, Volgograd, 19–23 sentyabrya 2016 g. / Glavnij redaktor K. N. Kulik. Volgograd: FGBNU «Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij agrolesomeliiorativnyj institut», 2016. S. 506–511.
10. Strategiya razvitiya zashchitnogo lesorazvedeniya v Rossijskoj Federacii na period do 2025 g., pererabotannaya

naya i dopolnennaya / K. N. Kulik [i dr.]; FNC agroekologii RAN. Volgograd, 2018. 36 s.

11. Agrawal A., Wollenberg E., Persha L. Governing agriculture-forest landscapes to achieve climate change mitigation. *Global Environmental Change*. 2014; 29: 270–280.

12. Koshkaldal I. V., Tyshkovets V. V., Suska A. A. Ecological and economic basis of anti-erosion stability of forest-agrarian landscapes. *Journal of geology geography and geoecology*. 2018; 27-3: 444–452.

13. Liu T. X., Zhang S. W. Agroforestry Systems in Northern Temperate Zone and Productive Perspectives. *Advanced Materials Research*. 2011; 304: 253–258.

14. Proezdov P., Eskov D., Mashtakov D., Rozanov A. Influence Pattern of forest strip complex and mulched par plowing in crop rotations on erosion in the Volga region steppe / P. Proezdov. *Proceedings of the Ecological-Socio-Economic Systems: Models of Competition and Cooperation (ESES 2019)*. Atlantis Press, Paris, France. 2020: 319–322.

Сведения об авторах:

Д. В. Есков , кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-5240-9364>;

П. Н. Проездов, доктор сельскохозяйственных наук; профессор, <https://orcid.org/0000-0001-7931-7980>;

Д. А. Маштаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-1217-3078>;

О. Г. Удалова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0009-0007-9572-8748>;

А. В. Розанов, кандидат физико-математических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2144-4255>
ФГБОУ ВО Вавиловский университет, просп. им. Петра Столыпина, 4, стр. 3, Саратов, Россия, 410012

eskovdv@rambler.ru

Original article

MATHEMATICAL MODELLING OF THE IMPACT OF FOREST STRIPS, SHRUBBY BELTS AND FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF PASTURE LANDS IN THE STEPPE ZONE OF THE VOLGA REGION

Dmitry V. Eskov , **Peter N. Proezdov**, **Dmitry A. Mashtakov**, **Olga G. Udalova**, **Alexander V. Rozanov**

FSBEI HE Vavilov University, Saratov, Russia

eskovdv@rambler.ru

Abstract. *The purpose of the study is to increase the productivity of pastures by applying the protective forest plantations and fertilizers. The regularities of formation of the pasture grass harvest reflected the influence of the humidification of the year, protective forest plantations and fertilizers. During the dry years of 2018 and 2019, the impact of nitrophos on grass productivity was less than on plantations, up to 44.0 %, during the wet years of 2021 and 2022, the influence of nitrogen and phosphorus increased as compared with plantations up to 77.0 %, which was due to a sufficient amount of moisture in the soil. The productivity of grasses while applying forest reclamation and agrochemical techniques was higher than in the control by an average of 81.6 %, and in dry years it increased up to 200 %. The use of fertilizers on pastures with the forest strips and shrubby belts reduces the coefficient of water consumption by grasses compared to open landscapes by 32.6 %, and in dry years this indicator reaches 62.6 %. The studies have found that productivity and water consumption of grasslands are associated with the use of forest reclamation and agrochemical techniques for 87–98 %. The best and complete absorption of fertilizers occurs in wet years, therefore, phosphorus and nitrogen are recommended to be applied in a higher dose than in dry years – up to 60 kg/ha of each N₆₀P₆₀. The maximum efficiency of fertilizer application was recorded in pastures with forest strips and shrubby belts.*

Key words: *pastures, grass productivity, protective plantings, water consumption, fertilizers, modelling, steppe zone of the Volga region.*

For citation: *Eskov D. V., Proezdov P. N., Mashtakov D. A., Udalova O. G., Rozanov A. V. Mathematical modelling of the impact of forest strips, shrubby belts and fertilizers on the productivity of pasture lands in the steppe zone of the Volga region. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 50-59. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_50-59.*

Authors:

D. V. Eskov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5240-9364>;

P. N. Proezdov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-7931-7980>;

D. A. Mashtakov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-1217-3078>;

O. G. Udalova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0009-0007-9572-8748>;

A. V. Rozanov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2144-4255>

FSBEI HE Vavilov University, 4 prospect Petra Stolypina, build. 3, Saratov, Russia, 410012

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 10.04.2024; одобрена после рецензирования 23.05.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 10.04.2024; approved after reviewing 23.05.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 630*31+630*221.0

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_59-66

ОБЪЕМЫ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ И ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Итешина Наталья Михайловна¹✉, Безденежных Ирина Владимировна²,
Залесов Сергей Вениаминович³, Чермных Артем Игоревич⁴

¹Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

^{2,3,4}ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
Екатеринбург, Россия

¹n.iteshima@yandex.ru

Аннотация. На примере одного из арендных участков лесного фонда, переданных ООО «Увадревхолдинг» для заготовки древесины, проанализированы объемы возможной заготовки при проведении сплошнолесосечных и чересполосных постепенных рубок в производных мягколиственных насаждениях. Согласно анализу электронных баз данных лесоустроительных материалов установлено, что из 43 808 га площади арендного участка к эксплуатационным лесам относится 64,2 %. Из покрытых лесной растительностью земель в эксплуатационных лесах, без особо защитных участков, 49,0 % приходится на спелые и перестойные насаждения, среди которых по площади и запасу доминируют березняки – 83,0 и 81,0 % соответственно. Производные березовые и осиновые насаждения сформировались на месте коренных хвойных в наиболее потенциально продуктивных типах леса: липняковых, кисличных, снытьевых, широколиственных. При этом производные насаждения имеют относительную полноту, преимущественно 0,6–0,8. Замена сплошнолесосечных рубок на чересполосные постепенные в производных мягколиственных насаждениях не приведет к сокращению размера пользования лесом. Так, расчетная лесосека при двухприемной чересполосной постепенной рубке по срокам повторяемости 10 лет позволит увеличить расчетную лесосеку на 69,9 % по сравнению с действующей. Кроме того, внедрение выборочных рубок, в частности чересполосных постепенных, позволит своевременно осваивать защитные леса при условии сохранения их защитных функций.

Ключевые слова: лесопользование, рубки спелых и перестойных насаждений, сплошнолесосечная рубка, чересполосная постепенная рубка, расчетная лесосека.

Для цитирования: Объемы заготовки древесины при сплошнолесосечных и выборочных рубках спелых и перестойных насаждений / Н. М. Итешина, И. В. Безденежных, С. В. Залесов, А. И. Чермных // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 59-66. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_59-66.

Актуальность. Известно [5, 7, 9], что правильный выбор вида (способа) рубок спелых и перестойных насаждений является одним из наиболее важных факторов сохранения постоянства лесопользования, устойчивости, биологического разнообразия и качественного состава лесов. В научной литературе неоднократно отмечалась необходимость совершенствования нормативно-правовых документов по вопросам лесопользования [6, 11, 16] и давались рекомендации по минимизации негативных последствий рубок спелых и перестойных насаждений, в частности, по сохранению биологического разнообразия [3, 10].

Многие авторы свидетельствуют [2, 5, 17–19], что широкомасштабное проведение в XX столетии сплошнолесосечных рубок привело к массовой смене коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные, что не только снизило биологическое разнообразие, но и значительно обесценило лесные ресурсы в наиболее освоенных, доступных регионах страны. К сожалению, несмотря на имеющийся негативный опыт проведения сплошнолесосечных рубок, в ряде регионов Российской Федерации они остаются доминирующими, а выборочные рубки спелых и перестойных насаждений даже не включены в лесохозяйственные регламенты лесничеств. При этом не учитывается, что проведение выборочных рубок спелых и перестойных насаждений исключает необходимость искусственного лесовосстановления, обеспечивает постоянство выполнения насаждениями защитных функций, а также создает условия для перестройки производных мягколиственных насаждений в коренные ельники, кедровники, сосняки и т.д. [1, 13, 14]. Не следует также забывать, что замена сплошнолесосечных рубок на выборочные, как более экологичные, упрощает получение сертификата качества лесопользования и снижает в два раза плату за пользование лесными ресурсами. Особо следует отметить, что отказ от выборочных рубок наносит огромный вред не только лесному хозяйству, но и экономике страны, поскольку, согласно действующим нормативно-правовым документам [8, 15], сплошнолесосечные рубки в защитных лесах запрещены, а исключение последних из активного лесопользования приводит к накоплению перестойных насаждений с пониженным приростом древесины и слабой устойчивостью к воздействию негативных природных факторов (штормовые ветра, лесные пожары, эпифитотии вредителей и болезней).

Отказ от выборочных рубок объясняется прежде всего опасностью снижения объемов заготовленной древесины. В научной литературе сведения по данному вопросу очень ограничены, что объясняет высокую актуальность исследований в данном направлении.

Цель работы – сравнительный анализ объемов заготовки древесины при сплошнолесосечных и выборочных видах рубок спелых и перестойных насаждений в производных березовых насаждениях на примере одного из арендных участков, выделенных для заготовки древесины.

Материал и методы исследований. Объектом исследований служил лесной участок, арендованный ООО «Увадрев-Холдинг» с целью заготовки древесины. Местоположение участка: Удмуртская Республика, Бале-зинское лесничество, Карсовайское участковое лесничество (кварталы: 27–89, 92–98, 101–106, 108–110, 114, 115, 138–142, 157, 161, 164–167, 169, 170, 184, 185, 187, 189, 194, 195, 197, 199, 200, 201, 205–207, 209, 210, 214, 218, 222), Сергинское участковое лесничество (кварталы: 1–10, 13–20, 23–51, 53, 54, 58–62, 72–76, 81–83, 88–96, 98–101, 137, 152–164), Ушурское участковое лесничество (кварталы: 78, 84), Андрейшурское участковое лесничество (1–10, 22–25, 36–37, 43, 44, 51–53, 61–63, 68–80, 83–88), кадастровый номер земельного участка: 18:02:000000:1604 (учетный номер части 7). Общая площадь арендуемого участка 43 808 га (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение площади арендуемого участка по территориальному принципу

Лесничество	Участковое лесничество	Площадь, га
Балезинское	Андрейшурское	8175
	Карсовайское	19 688
	Сергинское	15 331
	Ушурское	614
	Итого	43 808

В процессе исследования нами были проанализированы электронные базы данных лесохозяйственных материалов с целью установления средних таксационных показателей, а также распределения арендного участка по категориям защитности, группам спелости, преобладающим породам, типам леса, классам бонитета, группам относительной полноты и обеспеченности спелых и перестойных насаждений подростом предварительной генерации [20, 21].

Кроме того, были проведены расчеты объемов заготовки древесины в соответствии с Приказом Рослесхоза от 27.05.2011 г. № 191 [12].

Результаты и обсуждение. Выполненные исследования показали, что при общей площади арендного участка 43 808 га на долю эксплуатационных лесов приходится 64,2 %, при этом запас древесины в эксплуатационных лесах составляет 5731 тыс. м³, или 64,7 % от общего на арендном участке (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение арендуемого участка по категориям защитности

Категория защитности	Площадь, га	Запас, тыс. м ³
Защитные леса	15 686	3127
Эксплуатационные леса	28 122	5731
Итого	43 808	8858

Анализ арендуемого участка производился только по эксплуатационным лесам без особо защитных участков (ОЗУ) с целью выявления закономерностей ежегодного допустимого объема изъятия древесины при применении сплошных и выборочных рубок спелых и перестойных насаждений.

Насаждения эксплуатационных лесов арендного участка представлены всеми группами возраста (табл. 3).

Таблица 3 – Распределение эксплуатационных лесов арендуемого участка по группам спелости

Группы возраста	Площадь, га	Запас, тыс. м ³
Молодняки	2077,1	172,35
Средневозрастные	8194,5	1364,20
Приспевающие	2601,1	611,46
Спелые	6069,1	1559,74
Перестойные	6305,5	1657,73
Итого	25 247,3	5365,48

Материалы таблицы 3 свидетельствуют, что в эксплуатационных лесах арендного участка на долю спелых и перестойных насаждений приходится 49,0 % покрытой лесной растительностью площади и 60,0 % запаса древесины. При этом среди спелых и перестойных насаждений по площади и запасу доминируют насаждения березы 83,0 и 81,0 % соответственно (табл. 4).

Естественно, что продуктивность спелых и перестойных насаждений на арендном участке существенно различается, что объясняется разнообразием типов леса (табл. 5).

Таблица 4 – Распределение спелых и перестойных эксплуатационных лесов арендуемого участка по преобладающей породе

Преобладающая порода	Площадь, га	Запас, тыс. м ³
Сосна	45,3	14,59
Ель	752,5	217,80
Береза	10 277,0	2606,63
Осина	1238,4	361,87
Липа	55,4	15,80
Ольха серая	6,0	0,78
Итого	12 374,6	3217,47

Таблица 5 – Распределение спелых и перестойных эксплуатационных лесов арендуемого участка по типам леса и классам бонитета, га

Тип леса	Бонитет				Итого
	1А	1	2	3	
Сосняк кисличный	-	134,4	335,3	-	469,7
Ельник кисличный	-	1801,2	1319,9	5,6	3126,7
Сосняк черничный	-	-	39,9	-	39,9
Ельник черничный	-	47,9	57,0	3,5	108,4
Сосняк липняковый	-	106,0	324,3	-	430,3
Ельник липняковый	23,0	1288,4	1281,7	3,1	2596,2
Сосняк широколиственный	-	47,2	303,9	6,7	357,8
Ельник широколиственный	4,9	194,4	865,8	16,4	1081,5
Сосняк снытьевый	2,2	-	20,9	-	23,1
Ельник снытьевый	175,6	751,7	3142,6	14,5	4084,4
Ельник приручейный	-	2,8	32,4	8,2	43,4
Ельник травяно-болотный	-	-	-	9,9	9,9
Ельник долгомошный	-	-	-	3,3	3,3
Итого	205,7	4374,0	7723,7	71,2	12 374,6

Сопоставляя данные таблиц 4 и 5, можно легко сделать вывод, что березовые и осино-вые насаждения сформировались после проведения сплошнолесосечных рубок в ельниках и сосняках. Другими словами, в результате нежелательной смены пород. Проведение в производных березняках и осинниках сплошно-

лесосечных рубок вызовет необходимость искусственного лесовосстановления либо приведет к формированию устойчивых производных березняков и осинников за счет вегетативного возобновления последних. При этом создание и выращивание искусственных хвойных насаждений потребует значительных трудовых и финансовых затрат на агротехнические и лесоводственные уходы, поскольку в лесном фонде доминируют липняковые, широколиственные, кисличниковые и снытьевые типы леса.

Распределение спелых и перестойных насаждений по группам полнот также существенно различается, однако доминируют насаждения с относительной полнотой 0,6–0,8, на которые приходится 87,9 % площади данных насаждений (табл. 6).

Успешность лесовосстановления вырубок во многом зависит от количества и состояния подроста предварительной генерации. Исследования показали, что обеспеченность подростом во многом зависит от относительной полноты (табл. 7).

Исследуемый участок относится к таежной зоне, южно-таежному лесному району европейской части РФ. В хвойных насаждениях достаточно густоты подроста для проектирования

естественного лесовосстановления путем минерализации почвы. В березовой хозсекции на почвах высокой производительности Ia–II классов бонитета регламентом лесничества рекомендуется выращивание березовых древостоев с возобновлением площадей естественным путем.

Наиболее важным показателем для арендатора лесного участка является объем заготавливаемой древесины. Согласно приложению № 3 к договору аренды лесного участка № 01/2-15/1063 от 07.05.2018 г. Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики определен ежегодный допустимый объем заготовки древесины на арендуемом участке 111,61 тыс. м³ в год, который включает в себя рубки спелых и перестойных лесных насаждений в объеме 103,54 тыс. м³.

Выполненные нами исследования показали, что замена сплошнорубочных рубок (СР) на чересполосные постепенные рубки (ЧПР) в насаждениях лиственного хозяйства при проведении двухприемных рубок в течение одного класса возраста не только не снизит размер принятой расчетной лесосеки (87,9 тыс. м³), но даже увеличит его на 61,4 тыс. м³ (69,9 %), таблица 8.

Таблица 6 – Распределение спелых и перестойных эксплуатационных лесов арендуемого участка по полноте и преобладающим породам, га

Преобладающая порода	Полнота							Итого
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Сосна	-	-	-	29,7	13,8	1,8	-	45,3
Ель	92,3	106,9	332,3	221,0	-	-	-	752,5
Береза	46,1	116,2	530,1	1765,0	4682,3	3022,1	115,2	10 277,0
Осина	7,2	4,6	102,9	316,5	620,7	186,5	-	1238,4
Липа	-	-	38,6	14,4	2,4	-	-	55,4
Ольха серая	-	-	-	6,0	-	-	-	6,0
Итого	145,6	227,7	1003,9	2352,6	5319,2	3210,4	115,2	12 374,6

Таблица 7 – Обеспеченность жизнеспособным подростом предварительной генерации в пересчете на крупный спелых и перестойных насаждений в эксплуатационных лесах арендуемого участка, тыс. шт./га

Преобладающая порода	Полнота							Среднее
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Сосна	-	-	-	1,4	1,4	3,0	-	1,6
Ель	0,7	0,8	1,2	1,1	-	-	-	1,0
Береза	0,4	0,7	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	1,0
Осина	0,0	1,7	0,9	0,9	1,1	1,1	-	1,0
Липа	-	-	0,0	0,2	0,0	-	-	0,1
Ольха серая	-	-	-	0,0	-	-	-	0,0
Среднее	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,0

Таблица 8 – Расчетные лесосеки рубок спелых и перестойных насаждений в эксплуатационных лесах согласно методике исчисления [12]

Расчетная лесосека	Хвойное хозяйство, га/тыс. м ³	Лиственный хозяй-ство, га/тыс. м ³
Равномерная для СР	56/15,9	370/87,9
1-возрастная для СР	33/9,3	683/158,3
2-возрастная для СР	58/16,4	504/116,8
Интегральная для СР	37/10,4	538/124,6
ЧПР, 2-приемные, срок повторяемости 20 лет по хвойному хозяйству, 10 лет по лиственному хозяйству	21/5,8	643/149,3
ЧПР, 3-приемные, срок повторяемости 20 лет у хвой, 10 лет у листвы	14/3,9	429/99,5
ЧПР, 2-приемные, срок повторяемости 10 лет у всех пород	41/11,6	643/149,3

Из материалов таблицы 8 следует, что для эксплуатационных лесов по лиственному хозяйству принята в настоящее время расчетная лесосека равномерного пользования, которая реализуется сплошнолесосечными рубками и для арендного участка составляет 87,9 тыс. м³. Согласно нормативно-правовым документам, размер расчетной лесосеки, точнее, допустимый объем заготовки древесины равномерного пользования устанавливается делением площади и запаса спелых и перестойных насаждений на возраст спелости.

Нами для лиственного хозяйства (мягколиственная хозяйственная секция) рассчитаны возможные объемы изъятия древесины при двух- и трехприемных чересполосных постепенных рубках (ЧПР) со сроком повторяемости 10 лет. Приведенные данные свидетельствуют, что даже при трехприемных ЧПР со сроком повторяемости по лиственному хозяйству 10 лет допустимый объем заготовки древесины составит 99,5 тыс. м³. Последнее объясняется тем, что при выборочных рубках, к которым относятся ЧПР, срок примыкания лесосек не устанавливается.

При проведении двухприемных ЧПР со сроком повторяемости 10 лет объем допускаемой заготовки древесины увеличивается до 149,3 тыс. м³.

Таким образом, замена сплошнолесосечных рубок на выборочные не наносит экономического ущерба лесопользователям, а, напротив, улучшает экологическую ситуацию при сни-

жении затрат в совокупности на заготовку древесины и лесовосстановление.

Анализируя расширение объемов выборочных рубок, нельзя не отметить, что данные рубки позволят осваивать и леса защитного назначения, не допуская накопления в них перестойных древостоев, а следовательно, увеличивая их экологические функции.

Выводы:

1. В целях экологизации лесопользования целесообразна замена сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений на выборочные, в частности чересполосные постепенные.

2. Объектом чересполосных постепенных рубок являются прежде всего производные мягколиственные насаждения, сформировавшиеся после сплошнолесосечных рубок спелых и перестойных насаждений в коренных хвойных насаждениях липняковых, кисличных, снытьевых и широколиственных типов леса.

3. Замена сплошнолесосечных рубок на чересполосные постепенные в производных мягколиственных насаждениях позволит увеличить расчетную лесосеку.

4. Наиболее целесообразными являются двухприемные чересполосные постепенные рубки со сроком повторяемости в насаждениях мягколиственных пород 10 лет.

5. Переход на чересполосные постепенные рубки позволит увеличить ежегодное пользование лесом в насаждениях лиственных пород на 69,9 % при минимизации искусственного лесовосстановления.

Список источников

1. Воспроизводство и омоложение ленточных боров Алтайского края / С. В. Залесов, А. Е. Осипенко, А. Ю. Толстикова [и др.]. Екатеринбург: УГЛТУ, 2023. 360 с.
2. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения / Н. Н. Теринов, Е. М. Андреева, С. В. Залесов [и др.] // Лесной журнал. 2020. Т. 3. С. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23.
3. Задачи сохранения биоразнообразия при заготовке древесины и пути их решения / С. В. Залесов, Е. А. Ведерников, В. Н. Залесов [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2016. № 2 (144). С. 37–40.
4. Залесов С. В. Лесоводство. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 295 с.
5. Залесов С. В., Залесова Е. С. Оценка смены коренных хвойных насаждений на производные мягколиственные // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сб. науч. трудов. Вып. 54. Брянск: БГИТУ, 2019. С. 22–24.

6. Интенсификация лесопользования путем совершенствования нормативно-правовых документов / С. В. Залесов, П. Н. Сураев, Н. П. Бунькова [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 10 (124). С. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.17>.

7. Калачев А. А. Пихтовые леса Юго-Западного Алтая и их рациональное использование. Алматы: Арыс, 2020. 212 с.

8. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп. вступ. в силу с 01.01.2024). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения 25.03.2024).

9. Мелехов И. С. Лесоводство. Москва: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. 324 с.

10. Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины в лесах Свердловской области / С. В. Залесов, Л. А. Белов, В. А. Бережнов [и др.]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2019. 21 с.

11. Несовершенство правил заготовки древесины / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, В. Н. Залесов [и др.] // Лесное хозяйство. Минск: УО БГТУ, 2017. С. 161–162.

12. Об утверждении Порядка исчисления расчетной лесосеки: Утв. Приказом Рослесхоза от 27.05.2011 г. № 191.

13. Оплетаев А. С., Залесов С. В. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. 178 с.

14. Последствия чересполосных постепенных рубок в насаждениях сосняка бруснично-багульниково-мшистого подзоны северной тайги / М. В. Усов, С. В. Залесов, П. С. Попов [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова, 2020. № 1. С. 105–113. DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.016.

15. Правила заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в ст. 23 Лесного кодекса Российской Федерации: Утв. Приказом Минприроды России от 1.12.2020 г. № 993.

16. Проблема сохранения биологического разнообразия и ее решение при заготовке древесины / Е. С. Залесова, С. В. Залесов, В. Н. Залесов [и др.] // Успехи современного естествознания. 2017. № 6. С. 56–60. <http://search.rea.ru>.

17. Сортиментная заготовка древесины / В. А. Азаренок, Э. Ф. Герц, С. В. Залесов, А. В. Мехренцев. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. 140 с.

18. Тихонов А. С., Ковязин В. Ф. Лесоводство. Санкт-Петербург: Лань, 2017. 480 с.

19. Цветков В. Ф. Камо грядеши. Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере. Архангельск: АГТУ, 2000. 254 с.

20. Чермных А. И., Оплетаев А. С., Залесов С. В. Анализ таксационной базы данных с помощью SQZ-запросов в программе MAPINFO // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. Ч. 1. С. 130–131.

21. Чермных А. И., Оплетаев А. С., Залесов С. В. Возобновительные процессы под пологом лиственничников в лесах ХМАО-Югры // Актуальные проблемы лесного комплекса: материалы Международной научно-технической конференции. Братск: БГИТА, 2012. Вып. 31. С. 78–82.

References

1. Vosproizvodstvo i omolozhenie lentochnyh borov Altajskogo kraja / S. V. Zalesov, A. E. Osipenko, A. Yu. Tolstikov [i dr.]. Ekaterinburg: UGLTU, 2023. 360 s.

2. Vosstanovlenie elovyh lesov: teoriya, otechestvennyj opyt i metody resheniya / N. N. Terinov, E. M. Andreeva, S. V. Zalesov [i dr.] // Lesnoj zhurnal. 2020. T. 3. S. 9–23. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-3-9-23.

3. Zadachi sohraneniya bioraznoobraziya pri zagotovke drevesiny i puti ih resheniya / S. V. Zalesov, E. A. Vedernikov, V. N. Zalesov [i dr.] // Agrarnyj vestnik Urala. 2016. № 2 (144). S. 37–40.

4. Zalesov S. V. Lesovodstvo. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 295 s.

5. Zalesov S. V., Zalesova E. S. Ocenka smeny korennyh hvoynyh nasazhdenij na proizvodnye myagkolistvennye // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. Sb. nauch. trudov. Vyp. 54. Bryansk: BGITU, 2019. S. 22–24.

6. Intensifikaciya lesopol'zovaniya putem sovershenstvovaniya normativno-pravovyh dokumentov / S. V. Zalesov, P. N. Suraev, N. P. Bun'kova [i dr.] // Mezhhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2022. № 10 (124). S. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.124.17>.

7. Kalachev A. A. Pihtovye lesa Yugo-Zapadnogo Altaya i ih racional'noe ispol'zovanie. Almaty: Arys, 2020. 212 s.

8. Lesnoj kodeks Rossijskoj Federacii ot 04.12.2006 № 200-FZ (red. ot 04.08.2023) (s izm. i dop. vstup. v silu s 01.01.2024). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (data obrashcheniya 25.03.2024).

9. Melekhov I. S. Lesovodstvo. Moskva: GOU VPO MGUL, 2005. 324 s.

10. Metodicheskie rekomendacii po sohraneniyu biologicheskogo raznoobraziya pri zagotovke drevesiny v lesah Sverdlovskoj oblasti / S. V. Zalesov, L. A. Belov, V. A. Berezhnov [i dr.]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2019. 21 s.

11. Nesovershenstvo pravil zagotovki drevesiny / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, V. N. Zalesov [i dr.] // Lesnoe hozyajstvo. Minsk: UO BGTU, 2017. S. 161–162.

12. Ob utverzhdenii Poryadka ischisleniya raschetnoj lesoseki: Utv. Prikazom Rosleskhoza ot 27.05.2011 g. № 191.

13. Opletaev A. S., Zalesov S. V. Pereformirovanie proizvodnyh myagkolistvennyh nasazhdenij v listvennichniki na Yuzhnom Urale. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2014. 178 s.

14. Posledstviya cherespolosnyh postepennyh rubok v nasazhdeniyah sosnyaka brusnichno-bagul'nikovomshistogo podzony severnoj tajgi / M. V. Usov, S. V. Zalesov, P. S. Popov [i dr.] // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filipova, 2020. № 1. S. 105–113. DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.016.

15. Pravila zagotovki drevesiny i osobennostej zagotovki drevesiny v lesnichestvah, ukazannyh v st. 23 Lesnogo kodeksa Rossijskoj Federacii: Utv. Prikazom Minprirody Rossii ot 1.12.2020 g. № 993.

16. Problema sohraneniya biologicheskogo raznobraziya i ee reshenie pri zagotovke drevesiny / E. S. Zalesova, S. V. Zalesov, V. N. Zalesov [i dr.] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 6. S. 56–60. <http://search.rea.ru>.

17. Sortimentnaya zagotovka drevesiny / V. A. Azare-nok, E. F. Gerc, S. V. Zalesov, A. V. Mekhrencev. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2015. 140 s.

18. Tihonov A. S., Kovyazin V. F. Lesovodstvo. Sankt-Peterburg: Lan', 2017. 480 s.

19. Cvetkov V. F. Kamo gryadeshi. Nekotorye voprosy lesovedeniya i lesovodstva na Evropejskom Severe. Arhangel'sk: AGTU, 2000. 254 s.

20. Chermnyh A. I., Opletaev A. S., Zalesov S. V. Analiz taksacionnoj bazy dannyh s pomoshch'yu SQZ-zaprosov v programme MAPINFO // Nauchnoe tvorcestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2013. Ch. 1. S. 130–131.

21. Chermnyh A. I., Opletaev A. S., Zalesov S. V. Vozobnovitel'nye processy pod pologom listvennichnikov v lesah HMAO-Yugry // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekh-nicheskoj konferencii. Bratsk: BGITA, 2012. Vyp. 31. S. 78–82.

Сведения об авторах:

Н. М. Итешина¹✉, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2003-2005>;

И. В. Безденежных², кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0009-0003-6806-8968>;

С. В. Залесов³, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>;

А. И. Чермных⁴, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-5573-0092>

¹Удмуртский ГАУ, ул. Кирова, 16, Ижевск, Россия, 426033

^{2,3,4}ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,

ул. Сибирский тракт, 37, Екатеринбург, Россия, 620100

¹n.iteshina@yandex.ru

Original article

VOLUMES OF WOOD HARVESTING DURING CLEAR AND SELECTIVE FELLINGS OF MATURE AND OVERMATURE PLANTINGS

Natalia M. Iteshina¹✉, **Irina V. Bezdenezhnykh**², **Sergey V. Zalesov**³, **Artem I. Chermnykh**⁴

¹Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

^{2,3,4}Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹n.iteshina@yandex.ru

Abstract. *The article analyzes the volumes of possible harvesting when carrying out clear and alternate strip gradual fellings in the secondary soft-wooded broadleaved plantings by the example of one of forest fund areas rented by the JSC «Uvadrev-holding» for timber harvesting. According to the analysis of electronic databases of forest management materials, it was established that commercial forests amounted to 64.2 % of the total rented area 43 808 ha. Mature and overmature plantations amounted to 49.0 % of the areas covered with forest vegetation in commercial forests without specially protected areas; these plantations were dominated by birch forests in terms of area and volume stand, 83.0 and 81.0 % respectively. Secondary birch and aspen plantations were formed on the site of indigenous coniferous in the most potentially productive forest types: linden, wood sorrel, goutweed, broad-leaved grasses. In this case, the secondary plantings have relative density mainly 0.6–0.8. Replacing clear fellings with alternate strip gradual ones in the secondary soft-wooded broadleaved plantations will not lead to a reduction in the amount of forest use. In that way, the calculated cutting area, with conducting two alternate strip gradual fellings with a thinning interval in 10 years will allow to increase the calculated area by 69.9 % compared to the current one. In addition, the introduction of selective felling, in particular strip gradual felling, will lead to the timely development of protective forests, provided that their protective functions are preserved.*

Key words: forest management, fellings of mature and over-mature plantings, clear cutting, strip gradual felling, calculated cutting area.

For citation: Iteshina N. M., Bezdenezhnykh I. V., Zalesov S. V., Chermnykh A. I. Volumes of wood harvesting during clear and selective fellings of mature and overmature plantings. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 59-66. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_59-66.

Authors:

N. M. Iteshina¹✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2003-2005>;

I. V. Bezdenezhnykh², Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0009-0003-6806-8968>;

S. V. Zalesov³, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>;

A. I. Chermnykh⁴, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-5573-0092>

¹Udmurt State Agricultural University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

^{2,3,4}Ural State Forest Engineering University, 37 Sibirskiy trakt St., Yekaterinburg, Russia, 620100

¹n.iteshina@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 14.03.2024; одобрена после рецензирования 04.04.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 14.03.2024; approved after reviewing 04.04.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 630*232(574-25)

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_66-72

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТРОДУЦЕНТОВ В САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЕ Г. АСТАНЫ

Крекова Яна Алексеевна¹, Панкратов Владислав Константинович²,
Залесов Сергей Вениаминович³✉

^{1,2}Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства
и агролесомелиорации, Щучинск, Республика Казахстан

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
Екатеринбург, Россия

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. На основе электронных баз данных лесоустроительных материалов и результатов собственных исследований выполнен анализ эффективности использования интродуцентов при лесоразведении в санитарно-защитной зоне г. Астаны. Отмечается, что лесные культуры старше 10 лет представлены десятью видами. При этом среди указанных искусственных насаждений доминируют насаждения вяза приземистого, сосны обыкновенной и березы повислой. Высокая сохранность лесных культур старших возрастов объясняется созданием их на лесопригодных почвах. При этом отсутствие мероприятий по омоложению привело к усыханию 61,8 % всех созданных насаждений вяза приземистого. Благодаря усилиям ученых и практиков за последние 10 лет ассортимент видов, используемых при лесоразведении, увеличился более чем в два раза. При этом, если в старых лесных культурах погибло 28,1 % насаждений, то за последние 10 лет списано лишь 5,0 % от созданных лесных культур. Последние стали создаваться не только на лесопригодных, но и на относительно и условно лесопригодных почвах. При этом при создании лесных культур стали использоваться кустарниковые виды. Также предложен оригинальный способ омоложения кустарников, минимизирующий затраты ручного труда на проведение указанных работ.

Ключевые слова: санитарно-защитная зона г. Астаны, лесоразведение, интродуценты, сохранность, видовое разнообразие.

Для цитирования: Крекова Я. А., Панкратов В. В., Залесов С. В. Эффективность лесоразведения с использованием интродуцентов в санитарно-защитной зоне г. Астаны // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 66-72. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_66-72.

Актуальность. Обеспечение благоприятных условий среды для населения, проживающего в условиях степной зоны, возможно созданием искусственных насаждений [5, 7]. Именно зеленые насаждения создают специфический микроклимат, снижают скорость ветра, минимизируют опасность бурянов, суховеев и других крайне неблагоприятных явлений. Другими словами, именно древесные насаждения создают благоприятные условия для отдыха населения и восстановления сил, утраченных в процессе труда [15]. Неслучайно вопросы степного лесоразведения интересовали ученых уже многие десятилетия.

При создании устойчивых долговечных насаждений очень важен подбор ассортимента видов. Создание искусственных насаждений в степных условиях обеспечивается прежде всего интродуцированными видами, поскольку местных видов просто нет или они крайне ограничены. Выбор перспективных интродуцентов зависит не только от соответствия климатических условий в районе создания лесных культур таковым на родине вида, но и от характеристики почвенных условий. Последнее особенно важно учитывать в условиях степной зоны с мозаичными почвами.

Перспективность выращивания интродуцированных видов древесных растений на территории Северного Казахстана в целом и в санитарно-защитной зоне г. Астаны в частности изучается уже давно [3, 8–12, 14]. Однако перспективность конкретного вида, установленного в дендрарии, в лесном питомнике или арборетуме, нередко существенно отличается от таковой в создаваемых искусственных насаждениях.

За период лесоразведения в санитарно-защитной зоне г. Астаны накоплен определенный опыт создания лесных культур [1, 6, 12]. Однако исследования характеризовали чаще всего лишь начальный этап создания лесных культур, что и определило направление наших исследований.

Цель работы: установление сохранности лесных культур, созданных с использованием различных интродуцентов в условиях санитарно-защитной зоны г. Астаны.

Материал и методы исследований. Объектом исследований служили лесные культуры

разных лет, созданные на территории Республиканского государственного предприятия (РГП) «Жасыл Аймак», осуществляющего основные объемы лесоразведения в санитарно-защитной зоне г. Астаны. Указанная территория относится к подзоне сухих типчаково-ковыльных степей степной зоны. Климат района расположения РГП «Жасыл Аймак» резко континентальный. При недостатке влаги и сильных ветрах максимальная температура летом достигает +39 °С, а минимальная -52 °С.

Для санитарно-защитной зоны характерны позднеосенние и раннеосенние заморозки, сокращающие продолжительность вегетационного периода, а также приводящие к гибели побегов, цветов и листьев растений.

Несмотря на равнинный рельеф местности, почвы санитарно-защитной зоны характеризуются существенной мозаичностью по степени засоленности, физико-механическим свойствам, влагообеспеченности, уровню залегания грунтовых вод и т.д. Указанное позволило выполнить распределение всего многообразия почв на четыре группы по показателю лесопригодности [1, 2]. При этом в первую группу (лесопригодные почвы) вошли почвы, обеспечивающие выращивание устойчивых насаждений из большинства древесных пород местной флоры. Во вторую группу (ограниченно лесопригодные почвы) вошли почвенные разности, пригодные для выращивания солеустойчивых пород на фоне высокой агротехники. В третью группу (условно лесопригодные почвы) вошли почвы, на которых возможно выращивание ограниченного набора солеустойчивых видов древесных растений при высоком уровне агротехники. Четвертая группа (нелесопригодные почвы) представлена почвенными разностями, на которых выращивание древесных растений невозможно без коренной мелиорации.

В основу исследований положена база лесоустроительных материалов. Анализ таксационной базы данных выполнялся с использованием SQZ-запросов в программе MapInfo [16]. Данные, полученные при анализе таксационных баз данных, проверялись путем закладки пробных площадей (ПП) в соответствии с апробированными методическими рекомендациями [4, 13].

Результаты и обсуждение. Степное лесоразведение на территории санитарно-защитной зоны было заложено в начале XX в. и на первых этапах было уделом любителей и работников Степного лесничества. В 1903 г. был заложен лесной питомник на даче «Красный Яр». Лесные культуры, созданные Степным лесничеством в начале прошлого века, частично сохранились до наших дней. Более интенсивно работы по лесоразведению стали проводиться в послевоенные годы, но по-настоящему масштабные работы начались с 1998 г., после переноса столицы Республики Казахстан в г. Астану.

Нами проанализирована сохранность лесных культур, созданных более 10 лет назад и за последние 10 лет. Выполненные исследования показали, что на территории РГП «Жасыл Аймак» ранее было создано 1197 га искусственных насаждений (табл. 1).

Таблица 1 – Площадь лесных культур старше 10 лет на территории, га/%

Породы	Всего создано	В том числе	
		переведено в открытые лесом земли	списано
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	<u>250,1</u> 20,9	<u>250,1</u> 20,9	<u>0</u> 0
Береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth.	<u>180,2</u> 15,0	<u>180,2</u> 15,0	<u>0</u> 0
Тополь белый <i>Populus alba</i> L.	<u>6,9</u> 0,6	<u>6,9</u> 0,6	<u>0</u> 0
Тополь бальзамический <i>Populus balsamifera</i> L.	<u>25,9</u> 2,2	<u>20,9</u> 1,7	<u>5,0</u> 0,4
Ясень зеленый (ланцетный) <i>Fraxinus lanceolata</i> Borkh.	<u>10,2</u> 0,9	<u>10,2</u> 0,9	<u>0</u> 0
Клен ясенелистный <i>Aser negundo</i> L.	<u>73,7</u> 6,2	<u>22,7</u> 1,9	<u>51,0</u> 4,3
Вяз приземистый <i>Ulmus pumila</i> L.	<u>448,3</u> 37,4	<u>171,3</u> 14,3	<u>277,0</u> 23,1
Вяз гладкий <i>Ulmus laevis</i> Pall.	<u>4,7</u> 0,3	<u>4,7</u> 0,3	<u>0</u> 0
Лох узколистный <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	<u>127,0</u> 10,6	<u>124,0</u> 10,4	<u>3</u> 0,3
Яблоня сибирская (Палласа) <i>Malus Pallasiana</i> Juz.	<u>70,8</u> 5,9	<u>70,8</u> 5,9	<u>0</u> 0
Итого	<u>1197,8</u> 100	<u>861,8</u> 71,9	<u>336,0</u> 28,1

Материалы таблицы 1 свидетельствуют, что сохранность лесных культур старше 10 лет составляет 71,9 %. Возраст лесных культур

старше 10 лет варьировал от 11 до 25 лет, за исключением лесных культур сосны обыкновенной площадью 43,0 га, березы повислой – 57,3 га и вяза приземистого – 247,1 га, возраст которых превышал 25 лет. При этом лесные культуры были представлены десятью видами. Из общей площади лесных культур более трети – 37,4 % представлено насаждениями вяза приземистого. Последнее объясняется достаточно хорошей приживаемостью вяза приземистого. Однако данный вид в санитарно-защитной зоне г. Астаны недолговечен и требует мероприятий по омоложению. Отсутствие указанных мероприятий, на наш взгляд, обусловило гибель лесных культур вяза приземистого. Так, в 16–20 лет вяз в искусственных насаждениях начинает суховершинить, а затем и усыхает (рис. 1).



Рисунок 1 – Внешний вид насаждений вяза приземистого в 18-летнем возрасте

Неслучайно отпад лесных культур вяза приземистого в старых лесных культурах составил 61,8 % или 23,1 % от общей площади искусственных насаждений старше 10 лет.

Помимо вяза приземистого основными лесными породами, используемыми при лесоразведении, были сосна обыкновенная (20,9 %) и береза повислая (15,0 %). Оба указанных вида показали отсутствие отпада в лесных культурах старше 10 лет.

Высокая сохранность лесных культур сосны обыкновенной и березы повислой объясняется

тем, что старые лесные культуры создавались преимущественно на лесопригодных почвах. Кроме того, береза повислая может считаться аборигенной породой, поскольку на расстоянии 15–20 км от санитарно-защитной зоны произрастают березовые колки.

Помимо вяза приземистого, сосны обыкновенной и березы повислой достаточно активно использовались клен ясенелистный (6,2 %),

лох узколистный (10,6 %) и яблоня сибирская (5,9 %). Доля остальных видов в общей площади лесных культур – 2,2 %.

Проведение научно-исследовательских и опытно-производственных работ позволило расширить ассортимент видов, использовавшихся при создании лесных культур в санитарно-защитной зоне г. Астаны, до 21 вида (табл. 2).

Таблица 2 – Площадь лесных культур, созданных за последние 10 лет, га/%

Порода	Всего создано	В том числе		
		переведено в покрытые лесом земли	несомкнувшихся	погибших
Сосна обыкновенная <i>Pinus sylvestris</i> L.	<u>305,8</u> 1,4	<u>0</u> 0	<u>209,1</u> 1,0	<u>96,7</u> 0,4
Береза повислая <i>Betula pendula</i> Roth.	<u>5053,3</u> 22,8	<u>0,2</u> 0	<u>4731,0</u> 21,3	<u>322,1</u> 1,5
Тополь белый <i>Populus alba</i> L.	<u>245,1</u> 1,1	<u>0</u> 0	<u>245,1</u> 1,1	<u>0</u> 0
Тополь гибридный <i>Populus bolleana</i>	<u>56,7</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>56,7</u> 0,2	<u>0</u> 0
Тополь казахстанский <i>Populus nigra</i> L. + <i>P. bolleana</i> Lanch.	<u>763,3</u> 3,4	<u>0</u> 0	<u>521,0</u> 2,3	<u>242,3</u> 1,1
Ива белая <i>Salix alba</i> L.	<u>549,6</u> 2,5	<u>0</u> 0	<u>532,3</u> 2,4	<u>17,3</u> 0,1
Ясень зеленый (ланцентный) <i>Fraxinus lanceolate</i> Borkh.	<u>248,7</u> 1,1	<u>0</u> 0	<u>223,7</u> 1,0	<u>25,0</u> 0,1
Клен ясенелистный <i>Aser negundo</i> L.	<u>5883,2</u> 26,6	<u>0,4</u> 0	<u>5643,2</u> 25,5	<u>239,6</u> 1,1
Вяз приземистый <i>Ulmus pumila</i> L.	<u>4523,8</u> 20,4	<u>0</u> 0	<u>4466,6</u> 20,2	<u>57,2</u> 0,2
Клен татарский <i>Aser tataricum</i> L.	<u>222,7</u> 1,0	<u>0</u> 0	<u>181,2</u> 0,8	<u>41,5</u> 0,2
Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i> L.	<u>123,3</u> 0,5	<u>0</u> 0	<u>123,3</u> 0,5	<u>0</u> 0
Лох узколистный <i>Elalagnus angustifolia</i> L.	<u>3727,7</u> 16,8	<u>0</u> 0	<u>3706,0</u> 16,7	<u>21,7</u> 0,1
Черемуха виргинская <i>Padus virginiana</i> (L.) Mill.	<u>35,2</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>35,2</u> 0,2	<u>0</u> 0
Яблоня сибирская (Палласа) <i>Malus Pallasiana</i> Juz.	<u>63,1</u> 0,3	<u>3,0</u> 0	<u>49,5</u> 0,2	<u>10,6</u> 0,1
Ива кустарниковая <i>Salix</i>	<u>21,0</u> 0,1	<u>0</u> 0	<u>21,0</u> 0,1	<u>0</u> 0
Вишня Бессея (песчаная) <i>Cerasus besseyi</i> Baill.	<u>44,7</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>18,2</u> 0,1	<u>26,5</u> 0,1
Дёрен белый <i>Cornus alba</i> L.	<u>50,0</u> 0,2	<u>0</u> 0	<u>50,0</u> 0,2	<u>0</u> 0
Жимолость татарская <i>Lonicera tatarica</i> L.	<u>144,6</u> 0,7	<u>0</u> 0	<u>144,6</u> 0,7	<u>0</u> 0
Облепиха крушиновидная <i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	<u>11,4</u> 0,1	<u>0</u> 0	<u>11,4</u> 0,1	<u>0</u> 0
Сирень обыкновенная <i>Syringa vulgaris</i> L.	<u>5,0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>5,0</u> 0	<u>0</u> 0
Смородина золотистая <i>Ribes aureum</i> Pursh.	<u>80,0</u> 0,4	<u>0</u> 0	<u>80,0</u> 0,4	<u>0</u> 0
Итого	<u>22 158,2</u> 100	<u>3,6</u> 0	<u>21 054,1</u> 95,0	<u>1100,5</u> 5,0

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что за последние 10 лет в перечне видов интродуцентов, используемых при создании лесных культур, продолжали доминировать береза повислая (22,8 %) и вяз приземистый (20,4 %). При этом увеличилась доля лесных культур, созданных с использованием клена ясенелистного – 26,6 %, лоха узколистного – 16,8 %, при уменьшении доли лесных культур сосны обыкновенной – 1,4 %.

Увеличение доли клена ясенелистного, лоха узколистного и многих кустарников объясняется тем, что если раньше лесные культуры создавались на лесопригодных почвах, то в настоящее время они создаются на относительно и условно лесопригодных почвах, где такие древесные породы, как сосна обыкновенная, просто не произрастают.

Как несомненный успех ученых и практиков можно отметить, что доля погибших насаждений не превышает 5,0 %. При этом, если площадь лесных культур старше 10 лет составляла 1197,8 га, в том числе сохранившихся 861,8 га, то за последние 10 лет было создано 22 158,22 га, или площадь лесных культур увеличилась в 24,4 раза.

Во избежание усыхания лесных культур, созданных на условно лесопригодных почвах из кустарников, необходимо их периодическое омоложение. Созданные ряды из кустарников, в частности из лоха узколистного, привлекают птиц, препятствуют проникновению степной растительности внутрь лесной полосы и служат источником сбора ягод населением. Однако усыхание лоха приводит к ряду проблем. Во-первых, насаждения теряют эстетическую привлекательность (рис. 2).



Рисунок 2 – Усыхающие ряды лоха узколистного

Во-вторых, ряды колючего усыхающего кустарника повышают потенциальную пожарную опасность и затрудняют перемещение рекреантов.

Уборка усыхающих экземпляров лоха узколистного затруднена по причине наличия колючек и опасности травмирования рабочих. Нами предложен способ омоложения рядов лоха узколистного проходом мульчера фронтального типа. В результате прохода мульчера на месте ряда лесных культур образуется ковровое покрытие из щепы. Последняя препятствует разрастанию травянистой растительности, но не служит преградой корневым отпрыскам лоха узколистного. В результате на месте усыхающей формируется новая полоса из лоха узколистного. Способ исключает ручной труд и позволяет производить омоложение любых видов кустарников в санитарно-защитной зоне г. Астаны.

Выводы:

1. На территории санитарно-защитной зоны г. Астаны работы по лесоразведению ведутся с начала XX столетия.
2. Культуры старше 10 лет представлены 10 видами древесных растений и характеризуются хорошей сохранностью за исключением вяза приземистого.
3. В последние 10 лет количество видов интродуцентов, используемых для создания лесных культур, увеличилось в 2 раза.
4. Использование солеустойчивых растений для создания лесных культур позволяет обеспечить выращивание последних на относительно и устойчиво лесопригодных почвах.
5. Кустарники, используемые при создании лесных культур, требуют периодического омоложения. Последнее целесообразно проводить с использованием мульчера фронтального типа.

Список источников

1. Азбаев Б. О. Опыт по созданию лесных культур второго приема в условиях зеленой зоны г. Астаны // Технологии создания защитных насаждений в пригородной зоне г. Астана. Астана, 2012. С. 40–44.
2. Азбаев Б. О., Рахимжанов А. Н., Ражанов М. Р. Почвы зеленой зоны г. Астаны и классификация их по лесопригодности // Леса России и хозяйство в них. 2013. № 1 (44). С. 12–14.
3. Арборетум лесного питомника «Ак кайын» РГП «Жасыл Аймак» / Ж. О. Суюндиков, А. В. Данчева, С. В. Залесов [и др.]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. 92 с. URL: <http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6618/Arboretum.pdf>.

4. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург: УГЛУТУ, 2023. 146 с.

5. Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления / Л. С. Азаренков, Г. В. Астратова, Я. П. Силин [и др.]. Москва, Екатеринбург: Науковедение, 2017. 600 с.

6. Искусственное лесоразведение вокруг г. Астаны / С. В. Залесов, Б. О. Азбаев, А. В. Данчева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13438&ysclid=lwrogylrla566776037>.

7. Качество жизни: проблемы и перспективы XXI века / А. В. Мехренцев, М. И. Хрущева, С. В. Залесов [и др.]. Екатеринбург: ГК «Стратегия позитиваТМ», 2013. 532 с.

8. Крекова Я. А., Залесов С. В. Интродукция и акклиматизация хвойных в Северном Казахстане. Нур-Султан: КазНИИЛХА, 2020. 212 с.

9. Крекова Я. А., Залесов С. В. История интродукции древесных растений на территории Западной Сибири и Северного Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2019. № 2. С. 5–14.

10. Крекова Я. А., Залесов С. В. Опыт интродукции древесных растений в Северном Казахстане // Хвойные бореальной зоны, 2023. Т. XLI, № 6. С. 515–520. DOI: 10.53374/1993–0135–2023–6–515–520.

11. Крекова Я. А., Залесов С. В. Рост интродуцированных видов лиственниц (*Larix Mill.*) в Северном Казахстане // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 9 (75). Ч. 2. С. 21–56. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.75.9.028>.

12. Крекова Я. А., Залесов С. В., Соловьева М. В. Ассортимент древесных растений, используемых в зеленом строительстве в северной части Казахстана // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 3 (74). С. 27–36.

13. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.

14. О жизненном состоянии искусственных насаждений и необходимость лесоводственного ухода в зеленом поясе города Нур-Султан / В. К. Панкратов, А. В. Эбель, С. В. Залесов [и др.] // Природообустройство. 2022. № 1. С. 117–123. DOI: 10.26897/1997–6011–2022–1–117–123.

15. Хайретдинов А. Ф., Залесов С. В. Введение в лесоводство. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2011. 202 с.

16. Черных А. И., Оплетаев А. С., Залесов С. В. Анализ таксационной базы данных с помощью SQZ-запросов в программе MAP INFO // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2013. Ч. 1. С. 130–131.

References

1. Azbaev B. O. Opyt po sozdaniyu lesnyh kul'tur vtorogo priema v usloviyah zelenoj zony g. Astany // Tekhnologii sozdaniya zashchitnyh nasazhdenij v prigorodnoj zone g. Astany. Astana, 2012. S. 40–44.

2. Azbaev B. O., Rahimzhanov A. N., Razhanov M. R. Pochvy zelenoj zony g. Astany i klassifikaciya ih po lesoprignodnosti // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2013. № 1 (44). S. 12–14.

3. Arboretum lesnogo pitomnika «Ak kajyn» RGP «Zhasyl Ajmak» / Zh. O. Suyundikov, A. V. Dancheva, S. V. Zalesov [i dr.]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2017. 92 s. URL: <http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6618/Arboretum.pdf>.

4. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S. Lesnoj ekologicheskij monitoring. Ekaterinburg: UGLTU, 2023. 146 s.

5. Zhilishchno-kommunal'noe hozyajstvo i kachestvo zhizni v XXI veke: ekonomicheskie modeli, novye tekhnologii i praktiki upravleniya / L. S. Azarenkov, G. V. Astratova, Ya. P. Silin [i dr.]. Moskva, Ekaterinburg: Naukovedenie, 2017. 600 s.

6. Iskusstvennoe lesorazvedenie vokrug g. Astany / S. V. Zalesov, B. O. Azbaev, A. V. Dancheva [i dr.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13438&ysclid=lwrogylrla566776037>.

7. Kachestvo zhizni: problemy i perspektivy XXI veka / A. V. Mekhrencev, M. I. Hrushcheva, S. V. Zalesov [i dr.]. Ekaterinburg: GK «Strategiya pozitivaТМ», 2013. 532 s.

8. Krekova Ya. A., Zalesov S. V. Introdukciya i akklimatizaciya hvojnyh v Severnom Kazahstane. Nur-Sultan: KazNIILHA, 2020. 212 s.

9. Krekova Ya. A., Zalesov S. V. Istoriya introdukcii drevesnyh rastenij na territorii Zapadnoj Sibiri i Severnogo Kazahstana // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2019. № 2. S. 5–14.

10. Krekova Ya. A., Zalesov S. V. Opyt introdukcii drevesnyh rastenij v Severnom Kazahstane // Hvojnye boreal'noj zony, 2023. Т. XLI, № 6. S. 515–520. DOI: 10.53374/1993–0135–2023–6–515–520.

11. Krekova Ya. A., Zalesov S. V. Rost introducirovannyh vidov listvennic (*Larix Mill.*) v Severnom Kazahstane // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2018. № 9 (75). Ch. 2. S. 21–56. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.75.9.028>.

12. Krekova Ya. A., Zalesov S. V., Solov'eva M. V. Assortiment drevesnyh rastenij, ispol'zuemyh v zelenom stroitel'stve v severnoj chasti Kazahstana // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2020. № 3 (74). S. 27–36.

13. Osnovy fitomonitoringa / N. P. Bun'kova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [i dr.]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 90 s.

14. O zhiznennom sostoyanii iskusstvennyh nasazhdenij i neobhodimost' lesovodstvennogo uhoda v zelenom poyase goroda Nur-Sultan / V. K. Pankratov, A. V. Ebel', S. V. Zalesov [i dr.] // Prirodoobustrojstvo.

2022. № 1. S. 117–123. DOI: 10.26897/1997–6011–2022–1–117–123.

15. Hajretidinov A. F., Zalesov S. V. Vvedenie v lesovodstvo. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2011. 202 s.

16. Chermnyh A. I., Opletaev A. S., Zalesov S. V. Analiz taksacionnoj bazy dannyh s pomoshch'yu SQZ-zaprosov v programme MAP INFO // Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – lesnomu kompleksu Rossii. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2013. Ch. 1. S. 130–131.

Сведения об авторах:

Я. А. Крекова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доктор PhD, <https://orcid.org/0000-0002-9074-848x>;

В. К. Панкратов², магистр, <https://orcid.org/0000-0003-0313-6109>;

С. В. Залесов^{3✉}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

^{1,2}Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, ул. Кирова, 58, Щучинск, Республика Казахстан, 021700

³ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», ул. Сибирский тракт, 37, Екатеринбург, Россия, 620100

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Original article

EFFICIENCY OF AFFORESTATION USING INTRODUCENTS IN THE SANITARY PROTECTION ZONE OF ASTANA

Yana A. Krekova¹, **Vladislav K. Pankratov**², **Sergey V. Zalesov**^{3✉}

^{1,2}Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry, Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan

³Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. *The article analyzes the effectiveness of using introduced species during afforestation in the sanitary protection zone of Astana on the base of electronic databases of forest management materials and the results of authors' studies. It is noted that forest crops older than 10 years are represented by ten species. Plantings of Siberian elm, Scots pine and silver birch dominate among these artificial plantings. The high preservation of older forest crops is explained by their creation on forest suitable soils. At the same time the lack of rejuvenation measures led to the drying out of 61.8 % of all planted Siberian elm plantations. Due to the efforts of scientists and practitioners the assortment of species used in afforestation has more than doubled over the past 10 years. In addition, earlier 28 % of all old forest plantings died out, but now only 5 % of created forest plantations has been failed over the past 10 years. The forest plantations began to be created not only on suitable but on relatively and conditionally suitable soils. Besides, an original method of rejuvenation shrubs has been proposed that minimized the costs of manual labour when carrying out the work.*

Key words: *sanitary protection zone, the city of Astana, afforestation, introduced species, preservation, species diversity.*

For citation: *Krekova Ya. A., Pankratov V. K., Zalesov S. V. Efficiency of afforestation using introducents in the sanitary protection zone of Astana. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 66-72. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_66-72.*

Authors:

Ya. A. Krekova¹, Candidate of Agricultural Sciences, PhD, <https://orcid.org/0000-0002-9074-848x>;

V. K. Pankratov², Master's degree, <https://orcid.org/0000-0003-0313-6109>;

S. V. Zalesov^{3✉}, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

^{1,2}Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry, 58 Kirova St., Shchuchinsk, Republic of Kazakhstan, 021700

³Ural State Forest Engineering University, 37 Sibirskiy Trakt St., Yekaterinburg, Russia, 620100

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 20.02.2024; одобрена после рецензирования 22.03.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 20.02.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 630 *181.28 +630*17:582.47

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_73-81

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.) FRANCO) В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОГО РАЙОНА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Левин Илья Сергеевич

Воронежский государственный лесотехнический университет, Воронеж, Россия

levinlg@yandex.ru

Аннотация. Для решения задач сохранения экологического потенциала в защитных лесах лесостепного района европейской части России предусматриваются разработка и применение технологий, обеспечивающих сохранение экологических функций лесов и их биологического разнообразия, где допускается при лесоразведении введение в состав пород-интродуцентов. С целью изучения состояния и развития псевдотсуги Мензиса в Воронежской области были использованы данные исследований на объектах Семилукского коллекционно-маточного дендрария, Острогожского лесничества и Хреновского лесного колледжа. В результате были установлены высокие таксационные показатели и здоровое жизненное состояние породы при незначительной степени поврежденности. С точки зрения декоративности и газо-устойчивости вид превосходит ель. Полученная оценка жизненного состояния породы совпадает с оценкой устойчивости к вредителям, где псевдотсугу следует отнести к устойчивым породам в отличие от сильно повреждаемой – ели европейской. Заниженные показатели по возрасту имеет насаждение Хреновского лесного колледжа с учетом более бедного типа условий местопроизрастания и при популяционном происхождении семенного материала. Сделаны соответствующие выводы: на основании проведенных исследований и намеченных дальнейших исследований эколого-биологического потенциала породы необходимо обеспечить ее внедрение в производство с целью получения устойчивого биоразнообразия в озеленительных насаждениях и агроландшафтах лесостепной, а также степной зон юга Русской равнины. При создании лесных культур необходимо ориентироваться на ширину междурядий 3,5 м, доводя рубками ухода к возрасту в 40 лет размещение в ряду 3,0 м от обычного шага посадки 0,7 м.

Ключевые слова: ареал, высота дерева, диаметр ствола, интродукция, запас древесины, состояние, псевдотсуга Мензиса.

Для цитирования: Левин И. С. Оценка развития псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в условиях лесостепного района европейской части России // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 73-81. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_73-81.

Актуальность. В связи с длительностью прохождения этапов лесовыращивания при возрастающем негативном влиянии ряда факторов как антропогенного, так и природного происхождения на протекание самого процесса, цели лесоводства должны предусматривать удовлетворение потребностей не только в вещественных продуктах леса, но и в его экологических и социальных услугах. Леса лесостепного района европейской части России выполняют средообразующие и экологические функции, относясь к защитным. В этих лесах предусматриваются разработка и применение технологий, обеспечивающих сохранение экологических функций лесов и их биологического разнообразия, включая методы использования лесов, имитирующие их естественную

динамику и обеспечивающие формирование разновозрастных многопородных насаждений. Одним из перспективных направлений является создание и выращивание искусственных насаждений интродуцированных древесных видов. Благодаря интенсивному росту и ценной древесине псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) давно и широко культивируется за пределами естественного ареала, где ее искусственные насаждения отличаются довольно высокой производительностью [19].

В условиях естественного ареала от Британской Колумбии до Калифорнии на западе Северной Америки псевдотсуга Мензиса образует чистые и смешанные вместе с другими хвойными, реже лиственными порода-

ми насаждения как в прибрежной зоне Тихого океана, так и в континентальных условиях, поднимаясь в горы до высоты 2900 м [7, 17]. Лучше всего она растет на свежих, хорошо дренируемых богатых почвах при достаточном освещении. Доживает до 700 лет. По причине ее значительных по площади ареалов: географического и экологического – это очень полиморфный вид, включающий три основные разновидности: зеленую, сизую и серую [8, 18]. Эти разновидности различаются между собой не только морфологически, но и экологически, обладая переходными формами (рис. 1а). Обширны регионы интродукции псевдотсуги как в северном полушарии – в странах Европы (рис. 1б), так и южном полушарии – Новой Зеландии, Австралии, Чили, Аргентине.

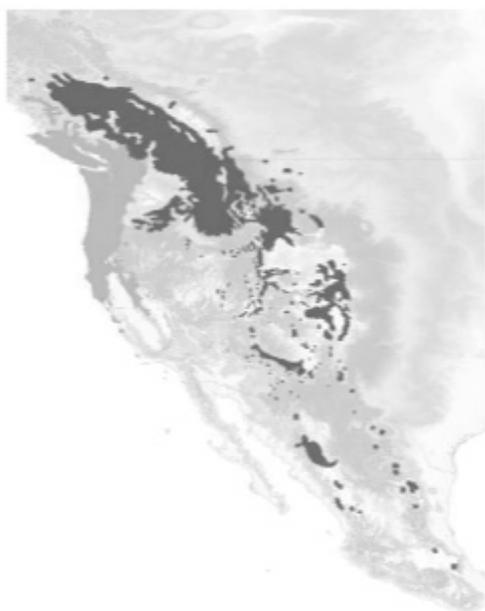
При этом степень внедрения разновидностей вида в районы севера Америки за пределы их естественного ареала весьма незначительна [19]. На территории бывшего СССР этот вид начали разводить в конце XIX столетия. По данным инвентаризации Центрального научно-исследовательского института лесной генетики и селекции (ЦНИИЛГиС), к 1987 г. было создано 350 га, в том числе в Краснодарском крае – 147 га, Калининградской области – 45 га, в центральных областях России – 6 га, правобережной лесостепи Украины – 66 га, Горных Карпатах – 34 га, Эстонии – 29 га, Латвии – 13 га, Литве – 10 га. Большая часть из них неизвестного происхождения [3, 13]. Все

это ставило вопрос о большем ее вовлечении в лесокультурное производство.

Цель работы: изучение состояния псевдотсуги Мензиса в лесостепном районе европейской части России (на примере Воронежской области).

Материал и методы исследований. В России современная структура генофонда псевдотсуги Мензиса представлена такими элементами: постоянными лесосеменными участками (ПЛСУ), лесосеменными плантациями, плюсовыми насаждениями, плюсовыми деревьями и испытательными культурами. Для изучения состояния породы использовались следующие объекты на территории Воронежской области: испытательные культуры в Острогжском лесничестве (рис. 2б); на территории Семилукского коллекционно-маточного дендрария (КМД) – ПЛСУ и испытательные культуры (рис. 2а, 3а) [6]; культуры на территории дендрария ГБПОУ ВО «ХЛК им. Г. Ф. Морозова» (Хреновской лесной колледж), рисунок 3б.

Испытательные культуры псевдотсуги Мензиса в Острогжском лесничестве Воронежской области заложены весной 1992 г. на площади 3,5 га 2-летними сеянцами с размещением 3,5×0,8 м. Тип лесорастительных условий в насаждениях (ТЛУ) – Д₃ (влажная дубрава), почвы – черноземные, суглинистые, рельеф – ровный. Испытываются образцы из Ростовской, Липецкой областей и Канады (провинция Британская Колумбия), рисунок 2.



а)



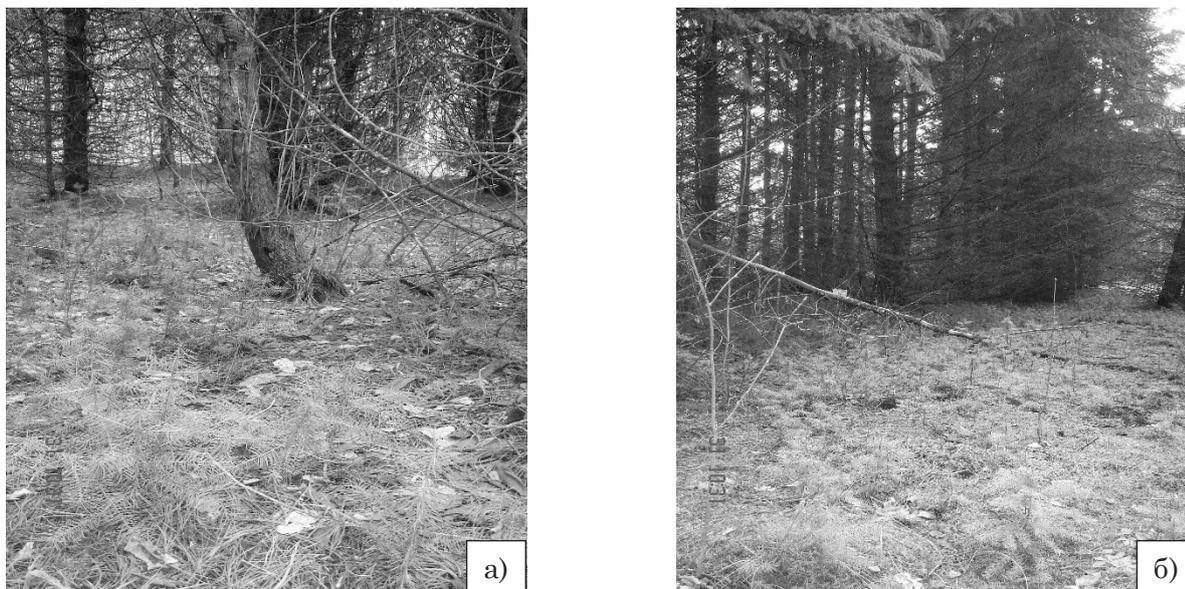


Рисунок 2 – Наличие самосева в испытательных культурах:
а) в Семилукском КМД; б) в Острогожском лесничестве

В Семилукском КМД Воронежской области псевдотсуга Мензиса изучалась на двух постоянных лесосеменных участках: ПЛСУ-1 (кв. 98) и ПЛСУ-2 (кв. 81–83) и участках испытательных культур: в кв. 46 (семенное потомство из Литвы и Липецкой области) и в кв. 38 (семенное потомство из Канады), рисунок 3а. Условия произрастания следующие: ТЛУ – Д₂ (свежая дубрава), почвы – черноземные, суглинистые, рельеф – ровный.

Также объектом исследования служила куртина псевдотсуги Мензиса на территории дендрария Хреновского лесного колледжа (рис. 3б), созданная из популяционного материала с густым размещением 1,5×1,5 м на серых почвах при ТЛУ – С₂ (свежая суборь).

Таксационные характеристики деревьев и насаждения определяли глазомерно-измерительным и перечислительным методами с использованием стандартного описания [2]. Для оценки жизненного состояния деревьев по габитуальным морфологическим признакам использовали методику В. А. Алексеева [1].

При определении перспективности псевдотсуги Мензиса в массовых озеленительных насаждениях использовалась шкала [3], дающая возможность определять эстетические качества интродуцента в сравнении с экологически замещаемым видом – елью европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst). Шкала балльной оценки ландшафтно-эстетических качеств видов позволяет дифференцировать эти качества по 9 признакам, где суммарное максимальное число баллов – 29, минимальное – 9.

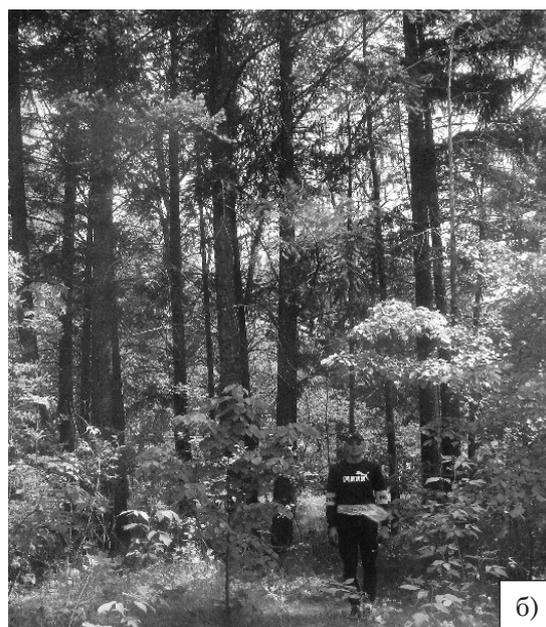


Рисунок 3 – Самосев:
а) на территории ПЛСУ-2 Семилукского КМД;
б) культуры Хреновского лесного колледжа

К таким признакам относятся с соответствующими характеристиками и числом баллов следующие: вечнозеленое или листопадное растение; форма кроны; форма ствола; цвет коры ствола; фактура коры ствола; размер хвои или листьев; форма листа; цвет хвои (листьев); репродукционные органы.

Результаты исследования и их обсуждение. Возможности использования интродуцентов в озеленительных насаждениях определяются двумя основными факторами: их декоративностью и газоустойчивостью. В таблице 1 нашли отражение величины баллов декоративности исследуемой породы в сравнении с елью европейской. Исходя из полученной оценки (табл. 1), наблюдаем, что по общему итогу псевдотсуга превосходит ель, заметно отличаясь по таким признакам, как фактура кроны, размер хвои, цвет коры.

Таблица 1 – Шкала балльной оценки ландшафтно-эстетических качеств

Вид	Баллы декоративности								Всего	
	листопадность	форма кроны	форма ствола	цвет коры	фактура кроны	размер хвои	форма хвои	цвет хвои		шишки
Псевдотсуга	5	2	2	2	2	3	2	1	2	21
Ель	5	2	2	1	1	2	2	1	2	18

Относительно газоустойчивости породы необходимо отметить, что ее следует отнести к достаточно устойчивому виду по сравнению с неустойчивыми: елью европейской и сосной обыкновенной [3]. Установлено, что наиболее устойчивы к техногенному воздействию деревья псевдотсуги Мензиса мужского и смешанного типов сексуализации. Выявлены особи, продуцирующие высококачественную пыльцу. Их рекомендуется использовать для вегетативного размножения и в качестве опылителей [16].

Основным фактором, лимитирующим широкое внедрение этого экзота в условиях центрально-черноземных областей, является его морозоустойчивость. Из приведенных результатов исследования [13] следует, что из 12 испытываемых происхождений 5 происхождений могут быть использованы для дальнейшей селекционной работы с целью выделения лучших для условий центрально-черноземных областей и создания постоянной лесосеменной базы.

С точки зрения применения вида в лесокультурном деле можно сообщить, что из почти 100 видов разновидностей и форм хвойных экзотов, произраставших в различного рода коллекциях и культурах на территории Центрально-Черноземного региона, псевдотсуга рекомендована для внедрения в лесные культуры с ТЛУ – судубравы (С₂, С₃), дубравы (Д₂, Д₃) и защитные лесонасаждения в гидрографической зоне по склонам свежим (теневым), присетевой зоне, приводораздельной зоне в полезащитных и водорегулирующих насаждениях [11]. К фактам, подтверждающим ее высокую степень засухоустойчивости, можно отнести ее произрастание: на песках в условиях Ростовской области (Обливское ОПХ ВНИ-АЛМИ) [14] и на территории ГП «Харьковская лесная опытная станция» УкрНИИЛХА [12]. Интродукция и введение в культуру формового разнообразия *Pseudotsuga menziesii* на каштановых почвах сухостепной зоны показали положительные результаты, что позволяет рекомендовать изученные разновидности для садово-паркового строительства в засушливых условиях [15].

В пределах вида у растений наблюдается значительная изменчивость большинства анатомо-морфологических и физиолого-биохимических признаков и свойств. Дифференциация особей по приспособительным свойствам имеет большое значение при интродукции растений в новых условиях существования. И здесь не следует сводить интродукцию только к поиску еще не выявленных генотипических комбинаций, так как в приспособлении значительную роль играют и модификационные изменения, экологическая и сезонная дифференциация особей [9].

По данным испытательных культур в Острогжском лесничестве (ростовского происхождения) на площади 1,0 га установлен диапазон величин: по диаметру – от 4,0 до 22,0 см, по высоте – от 4,0 до 16,5 м при средних показателях 12,9 см и 10,4 м соответственно (табл. 2). Сохранность растений в культурах – 91 %. Выявлен самосев возрастом 3 года с высотой 0,3 м при количестве 13 200 шт./га и его неравномерном размещении.

Результаты инвентаризации испытательных культур, созданных из семенного потомства Липецкой области на площади 1,0 га, показали, что диаметр деревьев варьирует от 4,0 до 22,0 см, а по высоте величины колеблются от 3,0 до 17,0 м при средних показателях 14 см и 10,6 м соответственно. Сохранность расте-

ний в культурах – 85 %. Количество самосева – 12 500 шт./га возрастом 3 года при высоте 0,25 м (рис. 2а).

Созданные из потомства Канады испытательные культуры на площади 1,5 га имели следующие показатели: диаметр деревьев – от 4,0 до 20 см, высоту – от 4,0 до 15,0 м при средних показателях 15,3 см и 10,9 м соответственно. Сохранность растений в культурах – 82 %. Самосев аналогичен такому же на участке культур с происхождением семян из Липецкой области (рис. 2б).

Обобщая результаты по испытательным культурам Острогожского лесничества, следует отметить, что наихудшие показатели имеют культуры с происхождением семенного потомства из Канады. Данное заключение подтверждают также расчеты жизненного состояния (85 %) и степени повреждений насаждений (15 %) на основании соотношений количества деревьев по состоянию (табл. 2). Это указывает на наличие у особей в культурах происхождением из Липецкой и Ростовской областей приобретенных свойств в результате первичной акклиматизации. Как и следовало ожидать, на основании источников [5], семенное потомство из Ростовской области имеет незначительно заниженную величину показателя по объему ствола по причине особенностей роста, присущей разновидности «сизая» – более высокая устойчивость к неблагоприятным факторам с уменьшенным объемным приростом.

Данные культур псевдотсуги Мензиса на ПЛСУ-1 площадью 0,16 га представили разбег показателей по диаметру от 8,0 до 35,0 см, по высоте – от 6,0 до 20,0 м. Несколько иные величины на ПЛСУ-2 площадью 1,0 га, которые составляют диапазон от 16,0 до 50,0 см по диаметру; а по высоте – от 12,0 до 22,0 м. Это связано с разной по густоте закладкой культур на объектах: ПЛСУ-2 – 8,0×5,0 м и ПЛСУ-1 – 3,5×3,0 м, что реже по сравнению с испытательными культурами Острогожского лесничества (3,5×0,8 м). Также выявлены их лучшее состояние и незначительная поврежденность, несмотря на больший возраст, чем у испытательных культур из Острогожского лесничества. Аналогичная картина наблюдается и с испытательными культурами Семилукского КМД в кв. 38 и 46 по отношению к ПЛСУ, несмотря на более густое размещение (4,5×3,0 м). У культур площадью 0,13 га в квартале № 46 по результатам видно, что диаметр у деревьев варьирует от 5,0 до 34,0 см;

высота – от 4,0 до 19,0 м, а в квартале № 38 на площади 0,09 га эти величины составляют от 9,0 до 41,0 см по диаметру, от 6,5 до 22,0 м по высоте.

Иные показатели имели культуры Хреновского лесного колледжа. Проведенное на них обследование выявило варьирование показателей по диаметру от 10,5 до 38,5 см, а по высоте – от 11,0 до 26,5 м. Несмотря на то, что разбег величин подчеркивает высокую устойчивость вида к условиям интродукции на незначительной площади 0,016 га, их жизненное состояние (79,6 %) на порядок ниже культур на предшествующих объектах.

Полученная оценка жизненного состояния породы на объектах совпадает с оценкой устойчивости к вредителям [4], где псевдотсуга по степеням заселенности и повреждениям в баллах отнесена к устойчивой породе в отличие от сильно повреждаемой – ели европейской.

Поскольку псевдотсуга Мензиса – это очень полиморфный вид, включающий три основные разновидности: зеленую, сизую и серую [18], которые различаются между собой не только морфологически, но и экологически, обладая переходными формами, то полезно проследить уровень изменчивости (Cv, %) в насаждениях с различным семенным происхождением при схожих почвенных условиях, но различной густоте посадки. В соответствии с Методикой изучения внутривидовой изменчивости древесных пород [11] для этого на объектах имеется достаточное количество деревьев (табл. 2) для расчетов показателя величины коэффициента вариации по следующим признакам: диаметру на высоте груди и высоте дерева (табл. 3).

На основании шкалы уровней изменчивости признаков [11] можно проследить, что средний уровень (13–20 %) по таксационному признаку – высоте – свойственен объектам с редким размещением деревьев, а именно в Семилукском КМД: ПЛСУ-1 (3,5×3,0 м); ПЛСУ-2 (8,0×5,0 м); в кв. 38 и 46 (4,5×3,0 м). По остальным объектам уровни изменчивости таксационных показателей попадают в диапазон высокого уровня изменчивости (21–40 %).

К этому следует добавить, что на вышеупомянутых объектах, кроме наличия среднего уровня изменчивости по высоте, наблюдаем высокую различную степень корреляции, возрастающую при снижении площади, приходящейся на одно растение (табл. 4).

Таблица 2 – Характеристика развития и состояния породы на объектах

Местонахождение, происхождение (разновидность)	А, (лет)	Бонитет	N, (шт.)	H, (м)	Д _{1.3} , (см)	V, (м ³)	G, (м ²)	M, (м ³ /га)	Состояние/повреждения (%)
Испытательные культуры									
Острогжское леснич., Ростовская (сизая)	22	Ia	118	10,4	12,9	0,070	25,2	135	87,8 / 12,2
Острогжское леснич., Липецкая (зеленая)	22	Ia	125	10,6	14,0	0,085	25,8	143	88,2 / 11,8
Острогжское леснич., Канада (зеленая)	22	Ia	106	10,9	15,3	0,101	26,8	150	85 / 15
Семилукский КМД (кв. 38), Канада (зеленая)	36	I	62	16,5	27,2	0,458	37,4	295	96,1 / 3,9
Семилукский КМД (кв. 46), Литва (зеленая)	38	I	92	15	23,6	0,334	29,5	214	97,7 / 2,3
Постоянные лесосеменные участки									
Семилукский КМД (кв. 81, зеленая) ПЛСУ-2	35	I	251	16,5	36,3	0,789	24,0	190	98,8 / 1,2
Семилукский КМД (кв. 98, зеленая) ПЛСУ-1	34	II	90	12	22,4	0,239	33,4	264	97 / 3,0
Дендрологические объекты									
Хреновской лесной колледж (зеленая)	58	I	25	20	21,9	0,371	68,6	681,4	79,6 / 20,4

Примечание: А – возраст (лет); N – количество деревьев (шт.); H – высота (м); Д_{1.3} – диаметр на высоте груди (см); V – объем ствола (м³); G – сумма площадей поперечных сечений стволов на 1 га (м²); M – запас стволовой древесины на 1 га (м³/га).

Таблица 3 – Статистические показатели по объектам

Местонахождение, происхождение (разновидность)	Статистические показатели					
	по диаметру			по высоте		
	M, см	σ, см	Cv, %	M, м	σ, м	Cv, %
Испытательные культуры						
Острогжское леснич., Ростовская обл. (сизая)	12,9	3,47	26,9	10,4	3,12	29,9
Острогжское леснич., Липецкая обл. (зеленая)	14,0	3,44	24,6	10,6	3,12	24,6
Острогжское леснич., Канада (зеленая)	15,3	3,09	20,3	10,9	2,68	24,6
Семилукский КМД (кв. 38), Канада (зеленая)	27,2	7,8	28,7	16,5	3,1	18,8
Семилукский КМД (кв. 46), Литва (зеленая)	23,6	5,1	21,6	15	2,34	15,6
Постоянные лесосеменные участки						
Семилукский КМД (кв. 81–83, зеленая) ПЛСУ-2	36,3	5,49	15,1	16,5	1,57	9,5
Семилукский КМД (кв. 98, зеленая) ПЛСУ-1	22,3	5,55	24,9	12	2,31	19,3
Дендрологический объект						
Хреновской лесной колледж (зеленая)	21,9	7,99	36,5	20	4,58	23

Таблица 4 – Линейная корреляционная зависимость между высотой дерева и диаметром ствола по объектам

Наименование объекта	Сила корреляции	Размещение, м ²
ПЛСУ-1	(высокая) 0,86	10,5
ПЛСУ-2	(средняя) 0,55	40,0
Квартал № 46	(высокая) 0,91	13,5
Квартал № 38	(высокая) 0,84	13,5
Острогжское леснич., Ростовская обл.	(высокая) 0,96	2,8
Острогжское леснич., Липецкая обл.	(высокая) 0,94	2,8
Острогжское леснич., Канада	(высокая) 0,96	2,8
Хреновской лесной колледж	(высокая) 0,79	2,25

Отсюда можно сделать вывод, что высота дерева ограничивается величиной размещения на площади. При густом размещении, как в насаждении Хреновского лесного колледжа (2,25 м²), так и испытательных культурах Острогожского лесничества (2,8 м²), таксационным показателям свойственен высокий уровень изменчивости при высокой силе корреляции.

Выводы. Учитывая вышеизложенные результаты, псевдотсуга – это быстрорастущая и отзывчивая на благоприятные изменения экологических условий порода. Высокие таксационные показатели и ее жизненное состояние лишней раз подчеркивают, что в перспективе необходимы дальнейшие исследования эколого-биологического потенциала породы с отбором ценного селекционного материала. При создании лесных культур необходимо ориентироваться на ширину междурядий 3,5 м, доведя рубками ухода к возрасту в 40 лет размещение в ряду до 3,0 м. На основании вышеизложенного необходимо стремиться к внедрению ее в производство с целью получения устойчивого биоразнообразия в озеленительных насаждениях и агроландшафтах лесостепной, а также степной зон юга Русской равнины.

Список источников

- Алексеев В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.
- Анучин Н. П. Лесная таксация. Москва: Лесная промышленность, 1982. 552 с.
- Болотов Н. А., Щеглов Д. И., Беляев А. Б. Лесная интродукция. Экология, лесоводственные особенности, районирование, перспективы внедрения лесобразующих экзотов. Воронеж: Воронежский гос. ун-т, 2005. 496 с.
- Горленко С. В., Блинцов А. И., Панько Н. А. Устойчивость древесных интродуцентов к биотическим факторам. Минск: Наука и техника, 1988. 189 с.
- Дудецкая Е. М. Интродукция лжетсуги Мензиса в Центральной лесостепи // Лесная интродукция: сб. науч. трудов. Воронеж, ЦНИИЛГиС, 1983. С. 71–79.
- Интродукция перспективных интродуцентов для целей лесовосстановления, лесоразведения и озеленения: отчет о НИР (промежуточ.): / Всерос. науч.-исслед. ин-т лесн. генетики, селекции и биотехнологий; рук. А. Н. Одинцов. Воронеж, 2015. 226 с. Исполн.: Ширяев В. И., Левин С. В., Высоцкий А. А., Колов О. В., Стародубцева Л., Мусиевский А. Л., Трегубов О. В., Семенов М. А. – № ГР 114041540003.
- Каппер О. Г. Хвойные породы (лесоводственная характеристика). Москва-Ленинград: Гослесбумиздат, 1954. 304 с.
- Крюссман Г. Хвойные породы / пер. с нем. Н. Б. Гроздовой. Москва: Лесн. пром-сть, 1986. 256 с.
- Мамаев С. А. Внутривидовая изменчивость и проблема интродукции древесных растений // Успехи интродукции растений: сб. науч. тр., посвященный 75-летию со дня рождения академика Н. В. Цицина. Москва: Наука, 1973. С. 128–140.
- Методика изучения внутривидовой изменчивости древесных пород / Отв. А. И. Ирошников. Москва: ЦНИИЛГиС, 1973. 32 с.
- Перспективные хвойные интродуценты для лесных и защитных культур на территории ЦЧО / А. В. Лукин, Н. А. Болотов, Г. С. Андрющенко, Е. М. Дудецкая // Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород: сб. науч. тр. Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1977. С. 74–77.
- Плотникова Е. Н., Торосова Л. А. Особенности роста и морфолого-анатомические характеристики хвои псевдотсуги Мензиса в опытных культурах на северо-востоке Украины // Сохранение лесных генетических ресурсов: материалы 6-й Международной конференции-совещания, Щучинск, 16–20 сентября 2019 г. Кокшетау: Мир печати, ИП. Устюгова, 2019. С. 170–173.
- Русин Н. С., Ширяев В. И. Селекция псевдотсуги Мензиса для создания лесосеменной базы в ЦЧО // Генетика и селекция – на службе лесу: материалы Международной научно-практической конференции (28–29.06.1996 г.). Воронеж: ЦНИИЛГиС, Квадрат, 1997. С. 275–279.
- Семенютина А. В., Сапронова Д. В. Перспективность интродукции *Pseudotsuga menziesii* для озеленения нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2014. № 1 (33). С. 1–5.
- Сиволапов, А. И., Левин И. С., Левин С. В. Развитие псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в условиях интродукции в Воронежской области // Мониторинг лесных и лесомелиоративных систем, инновационные технологии лесоразведения: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения заслуженного лесовода РСФСР И. В. Трещевского. Воронеж, 8 июня 2023 г. Воронеж: ВГЛТУ, 2023. С. 162–170.
- Чекменева Ю. В., Попова В. Т., Дорофеева В. Д. Влияние антропогенного загрязнения на сезонное развитие и семеношение псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii*, var. *viridis*) различных половых типов // Лесной журнал. 2010. № 6. С. 62–69.
- Щепотьев Ф. Л. Дугласия. Москва: Лесн. пром-сть, 1982. 81 с.

18. Эйзенрейх Х. Быстрорастущие древесные породы. Москва: Изд-во иностр. лит-ры, 1959. 508 с.

19. Lavender Denis P. and Richard K. Hermann. 2014. Douglas-fir: The Genus *Pseudotsuga*. Oregon Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. 352 p.

20. Ronch Da F., Caudullo G., Rigo de D. *Pseudotsuga menziesii* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, European Atlas of Forest Tree Species, 2016. <https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php>.

References

1. Alekseev V. A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev // *Lesovedenie*. 1989. № 4. S. 51–57.

2. Anuchin N. P. *Lesnaya taksatsiya*. Moskva: Lesnaya promyshlennost', 1982. 552 s.

3. Bolotov N. A., Shcheglov D. I., Belyaev A. B. *Lesnaya introduktsiya. Ekologiya, lesovodstvennyye osobennosti, rajonirovanie, perspektivy vnedreniya lesobrazuyushchih ekzotov*. Voronezh: Voronezhskij gos. un-t, 2005. 496 s.

4. Gorlenko S. V., Blincov A. I., Pan'ko N. A. *Ustojchivost' drevesnyh introducentov k bioticheskim faktoram*. Minsk: Nauka i tekhnika, 1988. 189 s.

5. Dudeckaya E. M. *Introduktsiya lzhetsugi Menzisa v Central'noj lesostepi* // *Lesnaya introduktsiya: sb. nauch. trudov*. Voronezh, CNILGiS, 1983. S. 71–79.

6. *Introduktsiya perspektivnyh introducentov dlya celej lesovosstanovleniya, lesorazvedeniya i ozeleneniya: otchet o NIR (promezhutoch.): / Vseros. nauch.-issled. in-t lesn. genetiki, selektsii i biotekhnologij; ruk. A. N. Odincov*. Voronezh, 2015. 226 s. Ispoln.: Shiryaev V. I., Levin S. V., Vysockij A. A., Kolov O. V., Starodubceva L., Musievskij A. L., Tregubov O. V., Semenov M. A. – № GR 114041540003.

7. Kapper O. G. *Hvojnye porody (lesovodstvennaya harakteristika)*. Moskva-Leningrad: Goslesbumizdat, 1954. 304 s.

8. Kryuseman G. *Hvojnye porody / per. s nem.* N. B. Grozdovoj. Moskva: Lesn. prom-st', 1986. 256 s.

9. Mamaev S. A. *Vnutrividovaya izmenchivost' i problema introduktsii drevesnyh rastenij* // *Uspekhi introduktsii rastenij: sb. nauch. tr., posvyashchennyj 75-letiyu so dnya rozhdeniya akademika N. V. Cicina*. Moskva: Nauka, 1973. S. 128–140.

10. *Metodika izucheniya vnutrividovoj izmenchivosti drevesnyh porod / Otv. A. I. Iroshnikov*. Moskva: CNILGiS, 1973. 32 s.

11. *Perspektivnye hvojnye introducenty dlya lesnyh i zashchitnyh kul'tur na territorii CCHO / A. V. Lukin, N. A. Bolotov, G. S. Andryushchenko, E. M. Dudeckaya* // *Genetika, selektsiya, semenovodstvo i introduktsiya lesnyh porod: sb. nauch. tr.* Voronezh: CNILGiS, 1977. S. 74–77.

12. Plotnikova E. N., Torosova L. A. *Osobennosti rosta i morfologo-anatomicheskie harakteristiki hvoy psevdotsugi Menzisa v opytnykh kul'turakh na severo-vostoke Ukrainy* // *Sohranenie lesnyh geneticheskikh resursov: materialy 6-j Mezhdunarodnoj konferencii-soveshchaniya, Shchuchinsk, 16–20 sentyabrya 2019 g.* Kokshetau: Mir pechati, IP. Ustyugova, 2019. S. 170–173.

13. Rusin N. S., Shiryaev V. I. *Selektsiya psevdotsugi Menzisa dlya sozdaniya lesosemennoj bazy v CCHO* // *Genetika i selektsiya – na sluzhbe lesu: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (28–29.06.1996 g.)*. Voronezh: CNILGiS, Kvadrat, 1997. S. 275–279.

14. Semenytina A. V., Sapronova D. V. *Perspektivnost' introduktsii *Rseudotsuga menziesii* dlya ozeleeniya nizhnego Povolzh'ya* // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*. 2014. № 1 (33). S. 1–5.

15. Sivolapov, A. I., Levin I. S., Levin S. V. *Razvitie psevdotsugi Menzisa (*Rseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v usloviyah introduktsii v Voronezhskoj oblasti* // *Monitoring lesnyh i lesomeliorativnyh sistem, innovacionnye tekhnologii lesorazvedeniya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya zaslužennogo lesovoda RSFSR I. V. Treshchevskogo*. Voronezh, 8 iyunya 2023 g. Voronezh: VGLTU, 2023. S. 162–170.

16. Chekmeneva Yu. V., Popova V. T., Dorofeeva V. D. *Vliyanie antropogennogo zagryazneniya na sezonnoe razvitie i semenoshenie psevdotsugi Menzisa (*Rseudotsuga menziesii*, var. *viridis*) razlichnyh polovyh tipov* // *Lesnoj zhurnal*. 2010. № 6. S. 62–69.

17. Shchepot'ev F. L. *Duglasiya*. Moskva: Lesn. prom-st', 1982. 81 s.

18. Ejzenrejkh H. *Bystrorastushchie drevesnye porody*. Moskva: Izd-vo inostr. lit-ry, 1959. 508 s.

19. Lavender Denis P. and Richard K. Hermann. 2014. Douglas-fir: The Genus *Pseudotsuga*. Oregon Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. 352 p.

20. Ronch Da F., Caudullo G., Rigo de D. *Pseudotsuga menziesii* in Europe: distribution, habitat, usage and threats, European Atlas of Forest Tree Species, 2016. <https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php>.

Сведения об авторе:

И. С. Левин, аспирант

Воронежский государственный лесотехнический университет,

ул. Тимирязева, 8, Воронеж, Россия, 394087

levinlg@yandex.ru

Original article

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF DOUGLAS FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.) FRANCO) IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE REGION IN THE EUROPEAN RUSSIA

Ilya S. Levin

Morozov VSUFT, Voronezh, Russia

levinlg@yandex.ru

Abstract. To solve the problems of preserving the ecological potential in the protective forests of the forest-steppe region of the European part of Russia, it is envisaged to develop and apply technologies that ensure the preservation of the ecological functions of forests and their biological diversity, where the introduction of introduced species is allowed during afforestation. In order to study the state and development of the Douglas fir in the Voronezh region, studies were conducted at the sites of Semiluksky Collection Arboretum, Ostrogozhsky Forestry and Khrenovsky Forestry College. The results revealed high taxation indicators and a healthy vegetal condition of the breed with a slight degree of damage. In terms of decorative value and gas resistance, this species is superior to spruce. The obtained assessment of the vital condition of the species coincides with the assessment of pest resistance, and Douglas fir should be classified as resistant species, in contrast to the heavily damaged European spruce. The plantation of the Khrenovsky Forest College has the underestimated age indicators, taking into account the poorer type of growing conditions and the population origin of the seed material. The relevant conclusions are drawn: on the base of the conducted research and planned future studies of the ecological and biological potential of the species, it is necessary to ensure its introduction in order to obtain sustainable biodiversity in landscaping and agrarian landscapes of the forest-steppe and steppe zones of the south of the Russian plain. When creating forest plantations, it is necessary to focus on the width of the row spacing of 3.5 m, placing it at the age of 40 years in a row 3 m from the usual planting step of 0.7 m by means of improvement cuttings.

Key words: area, height of the tree, diameter of the trunk, introduction, timber volume, Douglas fir.

For citation: Levin I. S. Evaluation of the development of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in the conditions of the forest-steppe region in the European Russia. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 73-81. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_73-81.

Author:

I. S. Levin, Postgraduate

Morozov VSUFT, 8 Timiryazeva St., Voronezh, Russia, 394087

levinlg@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the author declares that there is no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 15.02.2024; одобрена после рецензирования 14.03.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 15.02.2024; approved after reviewing 14.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 630*114.351

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_82-88

ДИНАМИКА ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ В ИСКУССТВЕННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ, СОЗДАНЫХ НА ВЫРАБОТАННОМ КАРЬЕРЕ ГЛИНЫ

Осипенко Регина Александровна, Ильясова Анна Васильевна,
Корчагин Иван Евгеньевич, Петров Александр Иванович,
Залесов Сергей Вениаминович ✉

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург, Россия

✉ zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. На примере искусственных сосновых насаждений, созданных при рекультивации выработанных карьеров глины, проанализирована динамика фракционного состава лесной подстилки в условиях Средне-Уральского таежного лесного района. В основу исследований положен метод пробных площадей. На каждой из 11 пробных площадей закладывалось по 10 учетных площадок размером 0,1×0,1 м. После сбора на учетных площадках живого напочвенного покрова и лесной подстилки они высушивались до воздушно-сухого состояния, а затем лесная подстилка разбиралась по фракциям: шишки, хвоя, ветви, листья, ветошь, труха. После разбора каждая из фракций лесной подстилки высушивалась в сушильных шкафах при температуре 105 °С до абсолютно сухого состояния. Установлено, что общая масса живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии варьировала от 1 кг/га в 23-летних сосняках до 1050 кг/га в 13-летних. При этом масса лесной подстилки за тот же период увеличилась с 7042 до 28 544 кг/га. Доля разных фракций лесной подстилки существенно меняется с изменением возраста древостоев. Под пологом насаждений до 18 лет фракция шишки отсутствует, а в возрасте 46 лет их масса достигает 7358 кг/га при доле в лесной подстилке 18,8 %. Данные о динамике фитомассы и фракционном составе лесной подстилки могут быть использованы при проектировании и проведении лесоводственных и противопожарных мероприятий.

Ключевые слова: карьеры глины, нарушенные земли, рекультивация, лесные культуры, лесная подстилка, фракционный состав.

Для цитирования: Динамика фракционного состава лесной подстилки в искусственных сосновых насаждениях, созданных на выработанном карьере глины / Р. А. Осипенко, А. В. Ильясова, И. Е. Корчагин [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 82-88. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_82-88.

Введение. На Урале с его развитой добывающей и перерабатывающей промышленностью накоплен значительный опыт рекультивации нарушенных земель [9, 11, 18, 21]. Экспериментально доказана эффективность лесохозяйственного направления рекультивации [2, 6, 13, 15, 20], а также обобщен опыт естественного зарастания нарушенных земель [7, 10, 19, 17, 14].

При выполнении научных работ особое внимание уделялось приживаемости, сохранности и росту лесных культур, а также видовому составу и надземной фитомассе живого напочвенного покрова [5, 11]. Однако неотъемлемой частью насаждений, формирующихся на нарушенных землях, является лесная подстилка. Именно она во многом определяет процесс формирования почвы на нарушенных землях, а также интенсивность разрастания живого

напочвенного покрова (ЖНП) и горения в случае возникновения лесного пожара.

Поскольку мы не обнаружили в научной литературе данных о массе и фракционном составе лесной подстилки под пологом сосновых насаждений, созданных посадкой лесных культур при рекультивации выработанных карьеров глины, нами выполнены исследования в данном направлении.

Цель работы – установление массы и фракционного состава лесной подстилки в искусственных сосняках разного возраста, созданных на выработанных карьерах глины.

Материал и методы исследования. В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с апробированными методическими рекомендациями [4, 12].

На каждой ПП по ее диагонали через равные расстояния закладывалось по 10 учетных площадок размером 0,1×0,1 м [1]. Л. Е. Родин с соавторами в одной из своих работ [16]) ссылается на исследования С. К. Сапстик о том, что при десятикратной повторности даже при маленьких учетных площадках ошибки средней массы лесной подстилки не превышают 6,2 %. На учетных площадках замерялась мощность лесной подстилки, и она снималась до минерального горизонта. Лесная подстилка с каждой учетной площадки помещалась в бумажные пакеты и высушивалась в лабораторных условиях до воздушно-сухого состояния. Затем производилось разделение лесной подстилки на фракции: шишки, хвоя, ветошь (сухая трава), труха. Каждая фракция взвешивалась сначала в воздушно-сухом состоянии, а затем помещалась в сушильные шкафы, где досушивалась при температуре 105 °С до абсолютно сухого состояния и вновь взвешивалась с точностью до 0,01 г.

В целях изучения надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) закладывалось по 10 учетных площадок размером 1,0 × 1,0 м на каждой ПП. Все виды ЖНП сре-

зались на уровне поверхности почвы, а затем высушивались при температуре 105 °С до постоянной массы. Полученные на учетных площадках данные о надземной фитомассе ЖНП в абсолютно сухом состоянии пересчитывались на ПП, а затем на 1 га [12].

Объектом исследований служили искусственные сосновые насаждения, созданные на территории выработанных карьеров глины. Район проведения исследований, согласно действующим нормативным документам, относится к Средне-Уральскому таежному лесному району. Однако, по мнению ряда ученых [3, 8], район проведения исследований относится к Зауральскому равнинному подрайону выше указанного лесного района.

Таксационная характеристика древостоев пробных площадей приведена в таблице 1.

Материалы таблицы 1 свидетельствуют, что древостои пробных площадей представлены сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с незначительной примесью березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.).

Из-за высокой густоты древостоя живой напочвенный покров (ЖНП) развит слабо (рис. 1, 2).

Таблица 1 – Таксационная характеристика искусственных сосновых древостоев, созданных на рекультивируемых карьерах глины

№ ПП	Элемент леса	Средние			Густота, шт./га		Сумма площадей сечений, м ² /га	Относительная полнота	Запас, м ³ /га	Класс бонитета
		возраст, лет	высота, м	диаметр, см	посадки	текущая				
13	10С	13	2,7	2,2	13 000	9317	3,4	0,36	9	III
	+Б	10	2,2	1,1	-	231	0,02	0,01	0,1	
18	10С	18	4,7	5,1	5500	4423	9,0	0,41	31	III
19	10С	19	6,3	5,3	8700	5457	12,1	0,52	54	II
22	10С	22	8,4	8,1	5200	3728	19,1	0,68	104	I
	+Е	22	2,9	2,4	150	122	0,1	0,01	0,2	
	+Б	22	8,1	5,2	-	41	0,1	0,01	0,4	
23	10С	23	8,7	8,3	8100	4739	25,5	0,86	143	I
24	10С	24	8,3	7,5	6900	5088	22,2	0,79	127	I
34	9С	34	13,4	12,9	3600	2434	31,8	0,90	250	I
	1Б	45	18,1	27,2	-	41	2,4	0,09	26	
	+Ос	28	11,1	9,5	-	34	0,2	0,01	2	
37	10С	37	13,3	11,6	5300	3404	35,7	1,00	268	II
40	10С	40	14,3	12,3	6700	3406	40,5	1,12	328	II
46	10С	46	16,2	15,2	5000	1988	35,9	0,94	311	II
	+Б	46	16,2	12,9	-	68	0,9	0,04	9	
	+Ос	46	17,9	15,4	-	24	0,4	0,02	5	
51	9С	51	16,9	15,7	3300	1725	33,2	0,84	309	II
	1Б	51	16,0	11,2	-	470	4,6	0,20	39	

В то же время следует отметить, что все насаждения, созданные на выработанных карьерах глины, характеризуются относительно высокой производительностью. Класс бонитета только на двух ПП, при возрасте древостоя до 18 лет, характеризуется третьим классом. На остальных ПП он первый и второй.

Результаты и обсуждение. Выполненные исследования показали, что мощность лесной подстилки с повышением возраста древостоя меняется с четкой тенденцией увеличения. Для наглядности установленной зависимости был построен график и рассчитано уравнение зависимости (рис. 3).

Уравнение зависимости подбиралось по наибольшему значению коэффициента детерминации. При этом линия регрессии действительна только в диапазоне варьирования фактических данных.



Рисунок 1 – Внешний вид ПП-А5



Рисунок 2 – Сосновые насаждения на ПП-С2

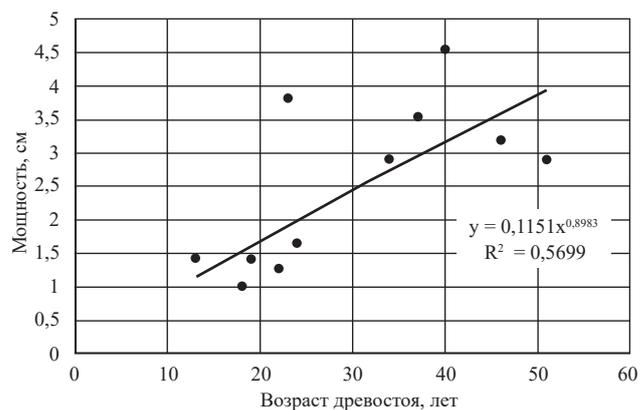


Рисунок 3 – Динамика мощности лесной подстилки с увеличением возраста древостоя

Увеличение мощности лесной подстилки можно констатировать как положительное явление. Поскольку лесные культуры были созданы на выработанном карьере глины, то есть на материнской породе, лесная подстилка, накапливающаяся под пологом древостоев, создает основу формирования почвы.

Кроме того, увеличению мощности лесной подстилки во многом способствует крайне ограниченное развитие живого напочвенного покрова.

Особый интерес представляют данные о массе лесной подстилки и ее распределении по фракциям в насаждениях разного возраста. Выполненные нами исследования показали, что масса лесной подстилки в абсолютно сухом состоянии варьирует от 7042 до 64 280 кг/га (табл. 2).

Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что при возрастном интервале древостоев от 13 до 51 года масса ЖНП варьирует в абсолютно сухом состоянии от 0 до 1050 кг/га. При этом наибольшей массой ЖНП характеризуются 13-летние искусственные насаждения. С увеличением возраста древостоев и смыканием крон деревьев надземная фитомасса ЖНП уменьшается и на ряде ПП ЖНП просто отсутствует.

Надземная фитомасса лесной подстилки, напротив, с увеличением возраста искусственных сосновых насаждений возрастает. Так, если в 13-летних сосняках она составляет 7042 кг/га, то в 40-летних – 64 280 кг/га (рис. 4).

Высокая достоверность зависимости массы лесной подстилки от возраста древостоев, созданных на выработанном карьере глины, подтверждается значением коэффициента детерминации $R^2 = 0,7921$.

Таблица 2 – Масса ЖНП и лесной подстилки по фракциям в абсолютно сухом состоянии, кг/га/%

Возраст	ЖНП	Лесная подстилка по фракциям							Итого	Всего
		шишки	кора	ветви	хвоя	сухая трава	сухие листья	труха		
13	<u>1050</u> 13,0	<u>0</u> 0	<u>53</u> 0,7	<u>713</u> 8,8	<u>172</u> 2,1	<u>526</u> 6,5	<u>0</u> 0	<u>5578</u> 68,9	<u>7042</u> 87,0	<u>8092</u> 100
18	<u>79</u> 0	<u>0</u> 0	<u>134</u> 1,1	<u>279</u> 2,2	<u>1689</u> 14,0	<u>135</u> 1,1	<u>88</u> 0,7	<u>10 138</u> 81,0	<u>12 463</u> 100,0	<u>12 542</u> 100
19	<u>34</u> 0,4	<u>171</u> 2,1	<u>144</u> 1,8	<u>1028</u> 12,8	<u>32</u> 0,4	<u>21</u> 0,3	<u>0</u> 0	<u>6591</u> 82,2	<u>7987</u> 99,6	<u>8021</u> 100
22	<u>171</u> 0,9	<u>1010</u> 5,4	<u>235</u> 1,3	<u>677</u> 3,6	<u>1566</u> 8,3	<u>226</u> 1,2	<u>0</u> 0	<u>14 940</u> 79,3	<u>18 654</u> 99,1	<u>18 825</u> 100
23	<u>1</u> 0	<u>591</u> 2,1	<u>1395</u> 4,9	<u>2289</u> 8,0	<u>3030</u> 10,6	<u>14</u> 0	<u>0</u> 0	<u>21 225</u> 74,4	<u>28 544</u> 100,0	<u>28 545</u> 100
24	<u>17</u> 0,1	<u>857</u> 5,4	<u>820</u> 5,2	<u>1660</u> 10,5	<u>3421</u> 21,6	<u>81</u> 0,5	<u>0</u> 0	<u>8998</u> 56,7	<u>15 837</u> 99,9	<u>15 854</u> 100
34	<u>0</u> 0	<u>1748</u> 5,3	<u>1433</u> 4,3	<u>2417</u> 7,3	<u>2432</u> 7,3	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>25 087</u> 75,8	<u>33 117</u> 100,0	<u>33 117</u> 100
37	<u>1049</u> 3,1	<u>6284</u> 18,3	<u>1838</u> 5,4	<u>2265</u> 6,6	<u>4129</u> 12,0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>18 754</u> 54,6	<u>33 270</u> 96,9	<u>34 319</u> 100
40	<u>1</u> 0	<u>4144</u> 6,4	<u>3511</u> 5,5	<u>9649</u> 15,0	<u>2431</u> 3,8	<u>7</u> 0	<u>0</u> 0	<u>44 538</u> 69,3	<u>64 280</u> 100,0	<u>64 281</u> 100
46	<u>262</u> 0,7	<u>7358</u> 18,8	<u>2243</u> 5,8	<u>3133</u> 8,0	<u>1494</u> 3,8	<u>0</u> 0	<u>38</u> 0,1	<u>24 509</u> 62,8	<u>38 775</u> 99,3	<u>39 037</u> 100
51	<u>43</u> 0,1	<u>7225</u> 19,8	<u>1291</u> 3,5	<u>1929</u> 5,3	<u>915</u> 2,5	<u>0</u> 0	<u>65</u> 0,2	<u>24 987</u> 68,6	<u>36 412</u> 99,9	<u>36 455</u> 100

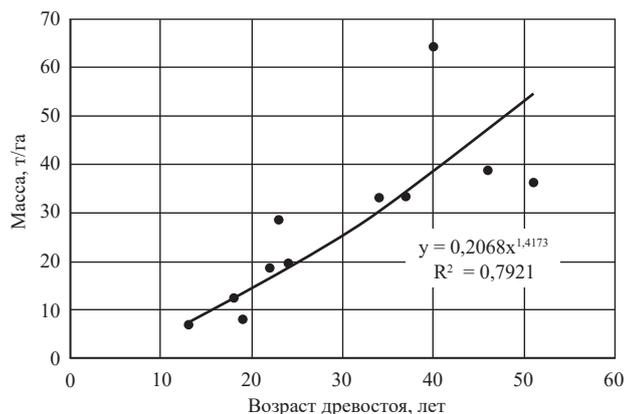


Рисунок 4 – Зависимость массы лесной подстилки от возраста древостоев

С увеличением возраста древостоев изменяется не только масса лесной подстилки, но и ее фракционный состав. Так, в искусственных насаждениях в возрасте до 19 лет в составе лесной подстилки отсутствуют шишки.

При этом в том же возрасте в составе лесной подстилки достаточно много сухой травы, которая практически отсутствует под пологом более старых древостоев.

В то же время во всех изучаемых насаждениях в составе лесной подстилки доминирует фракция труха, на долю которой приходится от 54,6 до 81,0 % общей массы лесной подстилки в абсолютно сухом состоянии.

Данные о структуре лесной подстилки позволяют констатировать, что в сухие периоды в искусственных сосновых насаждениях могут развиваться устойчивые низовые пожары. Однако их легко остановить даже узкой минерализованной полосой. Для ускорения разложения лесной подстилки можно рекомендовать перемешивание или засыпку ее грунтом.

Выводы:

1. При рекультивации выработанных карьеров глины наиболее перспективным является лесохозяйственное направление путем создания лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

2. На выработанных карьерах глины формируются практически чистые искусственные сосновые насаждения с примесью березы до 10 % по запасу.

3. На первом этапе лесоразведения (до 18 лет) искусственные сосновые насаждения характеризуются третьим классом бонитета, а затем класс бонитета повышается до второго и первого.

4. Высокая относительная полнота искусственных сосновых насаждений второго и старше классов возраста обуславливает практически полное отсутствие живого напочвенного покрова и незначительную долю травы в составе лесной подстилки.

5. Мощность и масса лесной подстилки увеличиваются с возрастом искусственных сосновых древостоев.

6. Установлено, что фракционный состав лесной подстилки зависит от возраста древостоя, однако, начиная с 13-летнего возраста, доминирующей фракцией в лесной подстилке является труха.

7. Ускорение разложения лесной подстилки можно обеспечить перемешиванием ее с почвогрунтом или засыпкой последним.

Сведения о финансировании. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования FEUZ–2023–0023.

Список источников

1. Астафьева О. М. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках на территории Первоуральско-Ревдинского промузла (южная подзона тайги Урала): дис. ... канд. с.-х. наук / Астафьева Ольга Михайловна. Екатеринбург, 2006. 182 с.

2. Бачурина А. В., Залесов С. В., Толкач О. В. Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель в зоне влияния медеплавильного производства // Экология и промышленность России. 2020. № 24 (6). С. 67–71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-6-67-71>.

3. Годовалов Г. А., Залесов С. В., Ложина Е. Н. Районирование лесов Свердловской области // Аграрный вестник Урала. 2011. № 8 (87). С. 35–36.

4. Данчева А. В., Залесов С. В., Попов А. С. Лесной экологический мониторинг. Екатеринбург: УГЛУТУ, 2023. 146 с.

5. Залесов С. В. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разработке месторождений глины, хризотил-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022. 282 с.

6. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт создания лесных культур на солонцах хорошей лесопригодности // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 9. С. 42–47.

7. Зарипов Ю. В., Залесов С. В., Осипенко Р. А. Формирование древесной растительности на выработанных карьерах огнеупорной // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 2 (92). Ч. 1. С. 83–88.

8. К вопросу о необходимости уточнения перечня лесных районов Свердловской области / Г. А. Годовалов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. И. Чермных // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 3 (58). С. 12–19.

9. Морозов А. Е., Холкин С. В., Строганов Е. А. Эффективность лесной рекультивации земель, нарушенных при добыче торфа (на примере Басьяновского месторождения) // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 1 (76). С. 12–22.

10. Накопление подростка на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, Е. С. Залесова, С. В. Залесов, Е. П. Платонов // Успехи современного естествознания, 2019. № 7. С. 21–25.

11. Осипенко Р. А., Зарипов Ю. В., Залесов С. В. Рекультивационные земли как резерв кормовой базы животноводства // Аграрный вестник Урала. 2021. № 5 (208). С. 40–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-40-54.

12. Основы фитомониторинга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.]. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2020. 90 с.

13. Петров А. И., Залесов С. В., Котова В. С. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах // Сибирский лесной журнал. 2023. № 3. С. 15–20. DOI: 10.15372/SJFS 20230302.

14. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Е. С. Залесова [и др.] // Известия вузов Лесной журнал. 2021. № 5. С. 32–33.

15. Рекультивация нарушенных земель на месторождении тантал-бериллия / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, Ю. В. Зарипов [и др.] // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 12. С. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67.

16. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологии круговорота в фитоценозах. Ленинград: Наука, 1968. 144 с.

17. Формирование естественных фитоценозов на выработанном карьере кирпичной глины как начальный этап дальнейшего лесоразведения / Р. А. Осипенко, А. Е. Осипенко, Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020. № 3. С. 111–117.

18. Формирование искусственных насаждений на золоотвале Рефтинской ГРЭС / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. А. Зверев [и др.] // Лесной журнал. 2013. № 2. С. 66–73.

19. Характеристика ассимиляционного аппарата подростка сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения тантал-бериллия / Ю. В. Зарипов, С. В. Залесов, Д. И. Окатьев, Е. Б. Терентьев // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2020. № 4 (61). С. 129–138. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.020.

20. Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Urak, Russia. *Forestist*. 2023; 73 (1): 42-50. DOI: 10.5152/forestist. 2022. 22019.

21. Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletay A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*. 2020; 35 (1): 7-14. DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559.

References

1. Astaf'eva O. M. Lesovodstvennaya effektivnost' rubok uhoda v sosnyakah na territorii Pervoural'sko-Revdinskogo promuzla (yuzhnaya podzona tajgi Urala): dis. ... kand. s.-h. nauk / Astaf'eva Ol'ga Mihajlovna. Ekaterinburg, 2006. 182 s.
2. Bachurina A. V., Zalesov S. V., Tolkach O. V. Effektivnost' lesnoj rekul'tivacii narushennyh zemel' v zone vliyaniya medeplavil'nogo proizvodstva // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2020. № 24 (6). S. 67–71. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-6-67-71>.
3. Godovalov G. A., Zalesov S. V., Lezhnina E. N. Rajonirovanie lesov Sverdlovskoj oblasti // Agrarnyj vestnik Urala. 2011. № 8 (87). S. 35–36.
4. Dancheva A. V., Zalesov S. V., Popov A. S. Lesnoj ekologicheskij monitoring. Ekaterinburg: UGLTU, 2023. 146 s.
5. Zalesov S. V. Opyt lesohozyajstvennogo napravleniya rekul'tivacii narushennyh zemel' pri razrabotke mestorozhdenij gliny, hrizotil-asbesta i redkozemel'nyh rud. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2022. 282 s.
6. Zalesov S. V., Zaripov Yu. V., Osipenko R. A. Opyt sozdaniya lesnyh kul'tur na soloncah horoshej lesoprigradnosti // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2017. T. 21. № 9. S. 42–47.
7. Zaripov Yu. V., Zalesov S. V., Osipenko R. A. Formirovanie drevesnoj rastitel'nosti na vyrabotannyh kar'erah ogneupornoj // Mezhdunarodnyj nauchnoissledovatel'skij zhurnal. 2020. № 2 (92). Ch. 1. S. 83–88.
8. K voprosu o neobходимosti utochneniya perechnya lesnyh rajonov Sverdlovskoj oblasti / G. A. Godovalov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. I. Chermnyh // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2016. № 3 (58). S. 12–19.
9. Morozov A. E., Holkin S. V., Stroganov E. A. Effektivnost' lesnoj rekul'tivacii zemel', narushennyh pri dobyche torfa (na primere Bas'yanovskogo mestorozhdeniya) // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2021. № 1 (76). S. 12–22.
10. Nakoplenie podrosta na otvalah mestorozhdeniya hrizotil-asbesta / Yu. V. Zaripov, E. S. Zalesova, S. V. Zalesov, E. P. Platonov // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, 2019. № 7. S. 21–25.
11. Osipenko R. A., Zaripov Yu. V., Zalesov S. V. Rekul'tivacionnye zemli kak rezerv kormovoj bazy zhitovodstva // Agrarnyj vestnik Urala. 2021. № 5 (208). S. 40–54. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-40-54.
12. Osnovy fitomonitoringa / N. P. Bun'kova, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [i dr.]. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2020. 90 s.
13. Petrov A. I., Zalesov S. V., Kotova V. S. Effektivnost' sozdaniya lesnyh kul'tur sosny obyknovennoj na drazhnyh otvalah // Sibirskij lesnoj zhurnal. 2023. № 3. S. 15–20. DOI: 10.15372/SJFS 20230302.
14. Podrost sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na otvalah mestorozhdeniya hrizotil-asbesta / Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova [i dr.] // Izvestiya vuzov Lesnoj zhurnal. 2021. № 5. S. 32–33.
15. Rekul'tivaciya narushennyh zemel' na mestorozhdenii tantal-berilliya / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, Yu. V. Zaripov [i dr.] // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2018. T. 22. № 12. S. 63–67. DOI: 10.18412/1816-0395-2018-12-63-67.
16. Rodin L. E., Remezov N. P., Bazilevich N. I. Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu dinamiki i biologii krugovorota v fitocenozaх. Leningrad: Nauka, 1968. 144 s.
17. Formirovanie estestvennyh fitocenzov na vyrabotannom kar'ere kirpichnoj gliny kak nachal'nyj etap dal'nejshego lesorazvedeniya / R. A. Osipenko, A. E. Osipenko, Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova. 2020. № 3. S. 111–117.
18. Formirovanie iskusstvennyh nasazhdenij na zolootvale Reftinskoj GRES / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. A. Zverev [i dr.] // Lesnoj zhurnal. 2013. № 2. S. 66–73.
19. Harakteristika assimilyacionnogo apparata podrosta sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) na otvalah mestorozhdeniya tantal-berilliya / Yu. V. Zaripov, S. V. Zalesov, D. I. Okat'ev, E. B. Terent'ev // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V. R. Filippova. 2020. № 4 (61). S. 129–138. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.020.
20. Bachurina A. V., Zalesov S. V., Ayan S. Characteristics of plantations on disturbed lands in copper smelting zone in Urak, Russia. Forestist. 2023; 73 (1): 42–50. DOI: 10.5152/forestist. 2022. 22019.
21. Zalesov S. V., Ayan S., Zalesova E. S., Opletaev A. S. Experiences on Establishment of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Plantation in Ash Dump Sites of Reftinskaya Power Plant, Russia. Alinteri Journal of Agriculture Sciences. 2020; 35 (1): 7–14. DOI: 10/28955/alinterizbd. 696559.

Сведения об авторах:

Р. А. Осипенко, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0003-3359-3079>;

А. В. Ильясова, магистрант;

И. Е. Корчагин, аспирант, <https://orcid.org/0000-0003-1272-8579>;

А. И. Петров, аспирант, <https://orcid.org/0000-0002-2409-481X>;

С. В. Залесов , доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», ул. Сибирский тракт, 37, Екатеринбург, Россия, 620100

✉ zalesovsv@m.usfeu.ru

Original article

DYNAMICS OF THE FRACTIONAL COMPOSITION OF THE FOREST LITTER IN ARTIFICIAL PINE PLANTATIONS CREATED ON THE ABANDONED CLAY QUARRY

Regina A. Osipenko, Anna V. Ilyasova, Ivan E. Korchagin, Alexander I. Petrov, Sergey V. Zalesov✉

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

✉zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. *The article analyzes the dynamics of the fractional composition of the forest litter in the conditions of the middle Ural taiga forest region by the example of artificial pine plantations created during the reclamation of worked-out clay quarries. The study is based on the method of trial sites. Ten registration plots of 0.1×0.1 meter size were laid on each of the 11 trial sites. After the gathering of forest live cover and forest litter on the registration sites, they were dried to an air-dried basis and then the forest litter was sorted into fractions: cones, needles, branches, rags, dust. Then each of the forest litter fractions was dried out in drying ovens at a temperature of 1050 to an absolutely dry state. It was found that the total mass of plant community in an absolutely dry state varied from 1 kg/ha in 23-year old pine forests to 1050 kg/ha in 13-year old ones. At the same time the mass of the forest litter increased from 7042 to 28 544 kg/ha over the same period. The share of different fractions in forest litter varies significantly with the age of the stands. The canopy of 18-year old plantations lacks the cone fraction, but at the age of 46 years their mass achieves 7358 kg/ha with a share in the forest litter 18.8 %. Data on the dynamics of phytomass and fractional composition of the forest litter can be used while designing and carrying out the silvicultural and fire prevention measures.*

Key words: clay quarry, disturbed lands, reclamation, forest plantations, forest litter, fractional composition.

For citation: Osipenko R. A., Ilyasova A. V., Korchagin I. E., Petrov A. I., Zalesov S. V. Dynamics of the fractional composition of the forest litter in artificial pine plantations created on the abandoned clay quarry. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy.* 2024; 2(78): 82-88. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_82-88.

Authors:

R. A. Osipenko, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0003-3359-3079>;

A. V. Ilyasova, Master's degree student;

I. E. Korchagin, PhD student, <https://orcid.org/0000-0003-1272-8579>;

A. I. Petrov, PhD student, <https://orcid.org/0000-0002-2409-481X>;

S. V. Zalesov✉, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410X>

Ural State Forest Engineering University, 37 Sibirskiy Trakt St., Yekaterinburg, Russia, 620100

✉zalesovsv@m.usfeu.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 16.02.2024; одобрена после рецензирования 07.03.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 16.02.2024; approved after reviewing 07.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОШАДЕЙ АБОРИГЕННЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Гуляева Анна Николаевна✉, Басс Светлана Петровна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

✉Annagul1996@yandex.ru

Аннотация. Целью исследования является изучение молочной продуктивности и биологических особенностей кобыл аборигенных пород разных экологических групп в условиях Удмуртской Республики. Для проведения исследований поголовье было поделено в зависимости от принадлежности к экологическим группам. В первую вошли лошади лесного типа (вятской породы), во вторую – горского типа (новоалтайской породы), в третью – степного типа (башкирской породы). Была проведена сравнительная оценка экстерьерных признаков, изучена молочная продуктивность кобыл аборигенных пород, физико-химический состав кобыльего молока, оценены воспроизводительные качества кобыл. Исследуемые показатели рассчитаны общепринятыми в зоотехнии методами. Изучение молочной продуктивности проходило на основе ежемесячных контрольных доек. Выявлено, что показатели клинического состояния и биохимического анализа крови кобыл всех аборигенных пород в период исследования находились в пределах физиологической нормы. При сравнительной оценке экстерьерных характеристик аборигенных пород наиболее крупными оказались новоалтайские кобылы, высота в холке и обхват груди которых составили 148,3 и 186,7 см, что на 2,1–5,7 % выше вятских и башкирских кобыл соответственно ($P \geq 0,99$). Высокие результаты по валовому и фактическому удою показала вятская порода лошадей – 3143 и 1047,7 л, что на 10,9 % ниже новоалтайской и на 10,0 % выше башкирской пород, специализированных в молочном коневодстве ($P \geq 0,95$). Качественные характеристики молочной продуктивности, в частности массовая доля жира и белка, варьируют от 1,15 до 1,34 % и от 1,91 до 2,02 %, с незначительной разницей по породам. Кислотность молока не превышает требований государственного стандарта. Тенденция наибольшего удою прослеживается и в количестве наденного молозива у новоалтайских кобыл, фактический объем которого за трехдневный период составил 10,7 л, при этом четко наблюдается характерная зависимость его увеличения с первого по третий день. Удои молозива кобыл вятской и башкирской пород ниже новоалтайских на 1,8–1,9 л соответственно ($P \geq 0,99$). Худшими воспроизводительными качествами отличились кобылы башкирской породы, процент жеребости которых составил 66,7, что ниже на 23,3–33,3 % двух других анализируемых групп.

Ключевые слова: аборигенная порода лошадей, вятская порода, башкирская порода, новоалтайская порода, молочная продуктивность, клинические показатели, промеры, биохимические показатели крови.

Для цитирования: Гуляева А. Н., Басс С. П. Продуктивные качества и биологические особенности лошадей аборигенных пород в условиях Удмуртской Республики // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 89-96. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_89-96.

Актуальность. Коневодство Российской Федерации представлено множеством разнообразных пород разной специализации. Отдельный интерес представляют аборигенные породы лошадей, универсальные в своем использовании. В отличие от заводских пород они обладают рядом ценных хозяйственно-биологических качеств [4].

Одним из направлений использования аборигенных пород является молочное коневодство. Множество проведенных отечественных

и зарубежных исследований доказано, что кобылье молоко – высокопитательный диетический продукт, обладающий лечебными свойствами и уникальным физико-химическим составом [1, 2, 10–12]. Традиционным ареалом разведения лошадей для получения молочного сырья считаются зоны табунного коневодства: Башкортостан, Якутия, Казахстан. При этом для получения молочного сырья используют преимущественно лошадей степных и горских экологических групп [8, 9].

В настоящее время быстрыми темпами набирает популярность вятская порода лошадей, сформировавшаяся на территории Удмуртской Республики. В отличие от степных и горских пород вятскую лошадь, как представителя лесной зоны, не используют в продуктивных целях [3, 5–6]. Изучение продуктивных качеств и биологических особенностей создаст объективные предпосылки для развития коневодства Удмуртии в новом направлении.

Цель исследований: изучение молочной продуктивности и биологических особенностей кобыл аборигенных пород разных экологических групп в условиях Удмуртской Республики.

Задачи:

- 1) провести сравнительную оценку экстерьерных признаков;
- 2) изучить молочную продуктивность кобыл аборигенных пород;
- 3) изучить физико-химический состав кобыльего молока;
- 4) оценить воспроизводительные качества кобыл.

Материал и методы исследований. В КФХ Старцев В. Г. в 2023 г. проводились исследования на племенном поголовье лошадей аборигенных пород. Нами были сформированы три группы животных в зависимости от принадлежности к экологическим группам. В первую группу вошли лошади лесного типа (вятской породы), во вторую – горского типа (ново-алтайской породы), в третью – степного типа (башкирской породы). Объектом исследования послужили кобылы старше пяти лет в количестве 25 голов.

Для определения клинического статуса лошадей были измерены температура тела, пульс (частота сердечных сокращений) и частота дыхательных движений.

Для изучения биохимических показателей у кобыл брали венозную кровь утром, до кормления животных. Биохимический анализ крови проводили в лаборатории биотехнологии УдГАУ. В крови определяли содержание общего белка, глюкозы и двух минеральных компонентов – кальция и фосфора.

Выявление характерных экстерьерных особенностей проводилось путем снятия четырех основных промеров, принятых в коневодстве: высота в холке, косая длина туловища, обхват груди и обхват пясти.

При изучении воспроизводительных качеств по общепринятым формулам вычислены основные показатели воспроизводства: про-

цент жеребости, благополучной выжеребки от покрытых и жеребых кобыл.

Изучение молочной продуктивности проходило на основе ежемесячных контрольных доек. Были исследованы такие показатели, как фактический и валовый удой, коэффициент молочности, коэффициент биологической полноценности и биологическая эффективность кобыл.

Для определения суточной молочной продуктивности кобыл использовали формулу И. А. Сайгина:

$$Ус = \frac{Уm \times 24}{T}, \quad (1)$$

где $Ус$ – молочная продуктивность кобыл за сутки;

$Уm$ – фактический дневной надой (товарный), определенный методом контрольных доек;

T – время нахождения кобыл в дойке (в часах) от момента отбивки (изоляция жеребят от кобыл) до конца последней дойки;

24 – количество часов в сутках.

Коэффициент молочности определяли по формуле:

$$\text{Коэффициент молочности} = \frac{У}{ЖМ} \times 100, \quad (2)$$

где $У$ – удой за лактацию, кг;

$ЖМ$ – живая масса кобылы, кг.

Коэффициент биологической полноценности оцениваемых групп был определен по формуле:

$$КБП = \frac{У \times СОМО}{ЖМ}, \quad (3)$$

где $У$ – удой за лактацию, кг;

$СОМО$ – содержание сухого обезжиренного молочного остатка, %;

$ЖМ$ – живая масса кобылы, кг.

Биологическую эффективность кобыл определяли по формуле Н. В. Лазаренко:

$$БЭК = \frac{У \times СВ}{ЖМ}, \quad (4)$$

где $У$ – удой за лактацию, кг;

$СВ$ – содержание сухого вещества, %;

$ЖМ$ – живая масса кобылы, кг.

При определении химического состава молока использовали общепринятые стандарт-

ные методы. Отбор проб молока и продукции были проведены в соответствии с ГОСТ 26809-86 Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора проб и подготовка их к анализу.

Материалом для исследования послужили данные зоотехнической документации и собственные исследования.

Был проведен статистический анализ данных и биометрическая обработка. Все показатели обрабатывались общепринятыми методами вариационной статистики. Достоверность разности определяли при помощи критерия достоверности по таблице Стьюдента.

Результаты исследований. Одним из наиболее простых и удобных способов получения информации о протекании физиологических процессов в организме животного является оценка его клинического состояния. Наиболее репрезентативными показателями клинического состояния животных являются температура тела, частота сердечных сокращений и дыхательных движений. Здоровая лошадь при благоприятных условиях окружающей среды имеет температуру тела от 38 до 38,5 °С. Для теплокровных животных постоянная температура тела является основополагающим фактором для поддержания гомеостаза организма. У исследуемых кобыл температура тела колеблется от 38,1 до 38,2 °С. Данный показатель входит в пределы физиологической нормы (табл. 1).

Таблица 1 – Клинический статус кобыл аборигенных пород ($\bar{X} \pm m$)

Показатель	Порода			Физиологическая норма
	вятская	новоалтайская	башкирская	
Температура тела, °С	38,2±0,03	38,1±0,04	38,1±0,05	38,0–38,5
Частота сердечных сокращений, уд./мин	38,7±1,33	37,3±1,23	37,3±1,81	36–44
Частота дыхательных движений, раз/мин	14,7±0,67	11,3±0,60	16±1,15**	8–20

Примечание: ** – $P \geq 0,99$.

Частота дыхательных движений определяется множеством внешних и внутренних факторов, начиная от воздействия температуры окружающей среды и заканчивая интенсивностью обменных процессов в организме. В бла-

гоприятном для лошади состоянии частота дыхательных движений в минуту колеблется от 8 до 20 раз. При этом у жеребят в период интенсивного роста и развития, а также в летний зной данный показатель может достигать свыше 40 дыхательных движений. В исследуемых группах данный показатель также находится в пределах физиологической нормы и составляет от 11 до 16 раз/мин ($P \geq 0,99$). Частота пульса (сердечных сокращений) у разновозрастных лошадей в покое и при оптимальных условиях содержания и внешней среды составляет от 36 до 44 уд./мин. Полученные данные частоты пульса кобыл аборигенных пород практически одинаковы и составили 37,3–38,7 уд./мин.

Вторым, более надежным и точным методом определения физиологического состояния животного, является оценка биохимических показателей крови.

Кровеносная система – одна из важнейших систем организма, осуществляющая транспортную функцию, насыщающая кислородом все органы и ткани животного и питающая их. Помимо этого она способствует терморегуляции организма и его защите. Как следствие, является одним из ключевых факторов в формировании адаптационных качеств животных и их естественной резистентности.

Данные биохимического анализа крови кобыл разных экологических групп представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Биохимические показатели крови кобыл аборигенных пород ($\bar{X} \pm m$)

Показатель	Порода			Норма
	вятская	новоалтайская	башкирская	
Общий белок, г/л	59,7±3,39	59,1±2,72	58,4±5,23	58–75
Кальций, ммоль/л	1,74±0,28	2,63±0,33	2,67±0,48	2,6–3,5
Фосфор, ммоль/л	1,16±0,23	1,16±0,21	1,14±0,12	0,7–1,9
Глюкоза, ммоль/л	4,46±0,59	4,22±0,51	5,48±0,65	3,2–6,0
Альбумин, г/л	32,2±1,38	36,4±1,03	31,1±3,26	30–50

Основным биохимическим показателем, отражающим протекание основных физиологических процессов, в частности интенсивность обмена веществ в организме, является общий белок. У лошадей в норме данный показатель варьирует от 58 до 75 г/л. Определение

уровня общего белка информативно в диагностике и мониторинге течения многих заболеваний, а также в процессе адаптации животных к новым условиям обитания. У исследуемых групп животных вышеуказанный показатель находится в пределах нижней границы нормы и составляет 58,4–59,7 г/л. Данный уровень можно обосновать тем, что на период исследований кобылы находились на разных стадиях лактации, в период которой в организме животного происходит наиболее интенсивный обмен веществ. В свою очередь общий белок делится на две основные группы: альбумины и глобулины, которые также находятся на уровне физиологической нормы.

Минеральные вещества являются неотъемлемой частью организма и играют в нем важную роль, в частности в кислотно-щелочном равновесии. Особое место в нем занимают два макроэлемента: кальций и фосфор. Именно они имеют преобладающее влияние на течение обменных процессов. Выявлено, что у исследуемой группы вятской породы содержание кальция в крови ниже нормы на 33 % и составляет 1,74 ммоль/л. В группах башкирской и ново-алтайской пород данный показатель находится в установленных физиологических пределах. Особенность таких значений, на наш взгляд, состоит в том, что вятская порода, в отличие от других сравниваемых групп, не относится к породам молочного направления продуктивности, и, как следствие, организм затрачивает большие ресурсы на выработку молока. Различия в содержании фосфора и глюкозы в крови кобыл оказались статистически не значимыми, показатели также находятся в пределах нормы.

В процессе развития специализации в каком-либо направлении коневодства любая порода претерпевает значительные экстерьерные изменения.

По промерам можно судить об уровне развития животного, его пропорциях. Как правило, обильномолочные кобылы широкотелы, сухой конституции и с живым темпераментом. Поэтому при отборе кобыл на кумысную ферму важно учитывать и экстерьерные характеристики (табл. 3).

Так, наиболее крупными являются кобылы ново-алтайской породы, высота в холке которых в среднем составила 148,3 см, что на 2,1–5,7 % больше кобыл вятской и башкирской пород ($P \geq 0,99$). Обхват груди – один из наиболее важных промеров, по которому можно судить о степени развития грудной клетки и массив-

ности лошади. Данный показатель варьирует от 176,3 до 186,7 см, при этом максимальный показатель соответствует ново-алтайским кобылам, а минимальный – башкирским.

Таблица 3 – Основные промеры кобыл аборигенных пород ($\bar{X} \pm m$)

Промеры, см	Порода		
	вятская	ново-алтайская	башкирская
Высота в холке	145,3±2,40	148,3±0,88**	140,3±1,20
Косая длина туловища	153,6±2,01	159,4±1,86**	150,1±2,14
Обхват груди	178,1±1,73	186,7±1,76**	176,3±2,03
Обхват пясти	19,8±0,17	19,3±0,33**	18,5±0,29
Живая масса	448±10,39	500±10,58**	438±12,17

Примечание: ** – $P \geq 0,99$.

В целом по промерным характеристикам выявлено, что наиболее крупными представителями аборигенных пород являются ново-алтайские лошади, средними – вятские, мелкими – башкирские.

Одним из важнейших признаков селекционного процесса в продуктивном коневодстве является молочная продуктивность. В пределах каждой породы наблюдается большая индивидуальная изменчивость по величине удою, что дает возможность вести отбор по этому признаку.

Как правило, в коневодстве уровень молочной продуктивности оценивается по фактическому (товарному) и валовому удою (табл. 4).

Таблица 4 – Молочная продуктивность кобыл аборигенных пород ($\bar{X} \pm m$)

Показатель	Порода		
	вятская	ново-алтайская	башкирская
Удой фактический, л	1047,7±50,98	1162,1±71,95*	942,5±47,05
Удой валовый, л	3143,0±152,93	3486,2±105,85*	2827,4±141,15
Коэффициент молочности, кг	701,6±11,11	697,2±11,17*	645,5±19,21
Коэффициент биологической полноценности (КБИ)	57,3±1,26	57,6±1,96	52,6±1,79
Биологическая эффективность кобыл (БЭК)	66,2±1,54	66,9±1,39	59,8±1,69

Примечание: * – $P \geq 0,95$.

Высокие результаты по валовому и фактическому удою показали лошади вятской породы, надой которых составили 3143 и 1047,7 л соответственно, что на 10,9 % ниже ново-алтайской и на 10,0 % выше башкирской пород, специализированных в молочном коневодстве ($P \geq 0,95$).

Коэффициент молочности характеризует производство молока на 100 кг живой массы. Полученные данные свидетельствуют о том, что среди исследуемых аборигенных пород наиболее высокомоленной является вятская порода лошадей, коэффициент молочности которой составил 701,6 кг.

Данные биологической эффективности кобыл (БЭК) и коэффициента биологической полноценности (КБП) показывают уровень производства сухого вещества и обезжиренного молочного остатка на 1 кг живой массы животного. Так, наибольшие значения по производству СВ и СОМО показали кобылы ново-алтайской породы, КБП и БЭК которых составили 57,6 и 66,9. Достаточно высокие аналогичные показатели наблюдаются у вятской породы, несколько уступающие ново-алтайским кобылам на 0,3–0,7 соответственно.

В оценке молочной продуктивности одинаково важную роль играют как количественные, так и качественные характеристики сырья. Известно, что кобылье молоко не обладает высокими показателями массовой доли жира, однако белок молока представляет собой особую ценность в виде повышенного содержания альбумина.

Установлено, что массовая доля жира аборигенных кобыл находится в пределах 1,15–1,34 %, а массовая доля белка – от 1,91 до 2,02 % с незначительной разницей показателей по породам (табл. 5).

Таблица 5 – Физико-химические показатели кобыльего молока аборигенных пород ($\bar{X} \pm m$)

Физико-химические показатели	Порода		
	вятская	ново-алтайская	башкирская
МДЖ, %	1,27±0,15	1,34±0,11	1,15±0,09
МДБ, %	1,94±0,10	2,02±0,21	1,91±0,16
СОМО, %	8,17±0,12	8,26±0,16	8,12±0,08
Лактоза, %	5,51±0,45	5,52±0,21	5,60±0,19
Зола, %	0,44±0,03	0,49±0,08	0,45±0,05
Кислотность, °Т	5,8±0,08	5,9±0,11	5,8±0,08
pH	6,74±0,11	6,69±0,09	6,80±0,14

Лактоза представляет собой дисахарид, состоящий из глюкозы и галактозы. Существенную роль молочный сахар играет при производстве кумыса. В анализируемых группах исследуемый показатель варьирует от 5,51–5,60 %, что свидетельствует о достаточно высоком его содержании в молоке.

Немаловажную роль в пригодности молочного сырья для производства кумыса играет кислотность, величина которой зависит от содержания в молоке белков, кислых солей и газов. Данный технологический показатель в норме не должен превышать 6 °Т. В молоке исследуемых пород он находится в пограничном значении от 5,8 до 5,9 °Т.

Общеизвестно, что для новорожденных жеребят единственным источником выживания является молозиво – высокопитательная биологическая жидкость, обладающая иммуномодулирующими и бактерицидными свойствами. Согласно таблице 6 наивысшие удои молозива за анализируемый период выявлены у кобыл ново-алтайской породы и составили 10,7 л, при этом четко прослеживается характерная зависимость увеличения удоя с 1-го по 3-й день по сравнению с анализируемыми группами.

Таблица 6 – Количество надоенного молозива кобыл аборигенных пород за три дня ($\bar{X} \pm m$)

Количество надоенного молозива, л	Порода		
	вятская	ново-алтайская	башкирская
Первый день	2,8±0,36	3,2±0,54	2,8±0,32
Второй день	3,2±0,58	3,7±0,40*	2,7±0,19
Третий день	2,9±0,24	3,8±0,32*	3,3±0,84
Итого	8,9±0,39	10,7±0,42**	8,8±0,45

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$.

Удои молозива кобыл вятской и башкирской пород ниже ново-алтайских на 1,8–1,9 л соответственно ($P \geq 0,99$).

При проведении отбора кобыл продуктивного направления необходимо учитывать и их воспроизводительные качества (табл. 7).

По данным таблицы 7 видно, что лучшими результатами плодовой деятельности обладают кобылы вятской и ново-алтайской породы. Процент жеребости башкирской породы составил 66,7 %, что ниже на 23,3–33,3 % показателей других анализируемых групп. Продолжительность жеребости в норме и варьирует от 331 до 340 дней.

Таблица 7 – **Воспроизводительные качества кобыл аборигенных пород**

Показатель	Порода		
	вятская	ново-алтайская	башкирская
Количество покрытых кобыл, гол.	10	5	15
Количество жеребых кобыл, гол.	9	5	10
Аборт, гол.	0	0	0
Мертворожденность, гол.	0	0	2
Жеребость, %	90	100	66,7
Благополучная выжеребка от покрытых кобыл, %	100	100	53,3
Благополучная выжеребка от жеребых кобыл, %	100	100	80
Продолжительность жеребости, дней	331	340	336
Количество жеребчиков, гол.	6	4	5
Количество кобылок, гол.	3	1	3

Выводы. В результате исследований выявлено, что в анализируемых группах кобыл клиническое состояние и биохимические показатели крови находятся в пределах физиологической нормы, что в свою очередь свидетельствует о хорошем состоянии здоровья животных. По промерам наиболее крупными среди аборигенных пород являются лошади ново-алтайской породы. Высокий показатель валового удоя выявлен у кобыл вятской породы и составил 3143 л, что выше аналогичного показателя специализированной башкирской молочной породы на 10 %. Климатические условия Удмуртии не повлияли на молочную продуктивность кобыл ново-алтайской породы, фактический удой которой составил 1162,1 л, КБП – 57,6 %, БЭЖ – 66,9 %. Наибольшим коэффициентом молочности отличились кобылы вятской породы – 701,6 кг. Массовая доля жира варьировала от 1,15 до 1,34 %, белка – от 1,91 до 2,02 % с незначительной разницей в исследуемых группах. Высокими воспроизводительными качествами обладают кобылы ново-алтайской и вятской пород. Таким образом, вятская порода лошадей имеет высокий потенциал для ее разведения в новом продуктивном направлении для Удмуртской Республики.

Список источников

1. Айтимова Д. Н., Тултабаева Т. Ч., Жоньсова М. У. Исследование качества кобыльего молока как сырья для молочной промышленности // Вестник Алматинского технологического университета. 2018. № 4. С. 35–38.

2. Алексеева Е. И. Физико-химические свойства кобыльего молока и приготовление кумыса // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 48. С. 89–94.

3. Басс С. П. Вятская порода лошадей как популяция с ограниченным генофондом // Аборигенные породы лошадей: их роль и место в коневодстве Российской Федерации: материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ижевск, 2016. С. 3–8.

4. Басс С. П. Сравнительная оценка биологических качеств лошадей упряжных пород в условиях Удмуртской Республики // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России. Ижевск, 2021. С. 15–18.

5. Белоусова Н. Ф. Вятская порода // Коневодство и конный спорт. 2009. № 1. С. 6–11.

6. Бобкова Н. Ф. Вятка – универсальная лошадка // Главный зоотехник. 2008. № 5. С. 51–53.

7. Зирюкин Д. В., Пушкарев Н. Н., Косилов В. И. Молочная продуктивность кобыл разных пород // Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 73–76.

8. Сидоров А. А., Григорьев М. Ф., Панкратов В. В. Изучение молочной продуктивности и оценка качества кобыльего молока якутской породы лошадей как традиционного сырья для кумыса // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 386.

9. Яворский В. С. Молочное коневодство – резерв повышения эффективности отрасли // Коневодство и конный спорт. 2001. № 1. С. 10.

10. Malacarne M. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal*. 2002; 11: 869-877.

11. Marconi E., Panfili G. Chemical composition and nutritional properties of commercial products of mare milk powder. *Journal of food composition and analysis*. 1998; 2: 178-187.

12. Solaroli G., Pagliarini G., Peri C., Solaroli E. Compositional and nutritional quality of mares milk. *Italian Journal of Food Science*. 1953; 5: 3-10.

References

1. Ajtimova D. N., Tultabaeva T. Ch., Zhonysova M. U. Issledovanie kachestva kobylyego moloka kak syr'ya dlya molochnoj promyshlennosti // Vestnik Alma-

tinskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2018. № 4. S. 35–38.

2. Alekseeva E. I. Fiziko-himicheskie svoystva kobyl'ego moloka i prigotovlenie kumysa // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 48. S. 89–94.

3. Bass S. P. Vyatskaya poroda loshadej kak populyaciya s ogranichenym genofondom // Aborigennye porody loshadej: ih rol' i mesto v konevodstve Rossijskoj Federacii: materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Izhevsk, 2016. S. 3–8.

4. Bass S. P. Sravnitel'naya ocenka biologicheskikh kachestv loshadej upryazhnykh porod v usloviyah Udmurtskoj Respubliki // Tekhnologicheskie trendy ustojchivogo funkcionirovaniya i razvitiya APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj godu nauki i tekhnologii v Rossii. Izhevsk, 2021. S. 15–18.

5. Belousova N. F. Vyatskaya poroda // Konevodstvo i konnyj sport. 2009. № 1. S. 6–11.

6. Bobkova N. F. Vyatka – universal'naya loshadka // Glavnyj zootekhnik. 2008. № 5. S. 51–53.

7. Ziryukin D. V., Pushkarev N. N., Kosilov V. I. Molochnaya produktivnost' kobyl raznykh porod // Sovremennye problemy zhivotnovodstva v usloviyah innovacionnogo razvitiya otrasli: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. 2017. S. 73–76.

8. Sidorov A. A., Grigor'ev M. F., Pankratov V. V. Izuchenie molochnoj produktivnosti i ocenka kachestva kobyl'ego moloka yakutskoj porody loshadej kak tradicionnogo syr'ya dlya kumysa // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. № 1. S. 386.

9. Yavorskij V. S. Molochnoe konevodstvo – rezerv povysheniya effektivnosti otrasli // Konevodstvo i konnyj sport. 2001. № 1. S. 10.

10. Malacarne M. Protein and fat composition of mare's milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. International Dairy Journal. 2002; 11: 869-877.

11. Marconi E., Panfili G. Chemical composition and nutritional properties of commercial products of mare milk powder. Journal of food composition and analysis. 1998; 2: 178-187.

12. Solaroli G., Pagliarini G., Peri C., Solaroli E. Compositional and nutritional quality of mares milk. Italian Journal of Food Science. 1953; 5: 3-10.

Сведения об авторах:

А. Н. Гуляева [✉], аспирант, <https://orcid.org/0000-0002-0725-8800>;

С. П. Басс, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3979-1279>
Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069

[✉]Annagul1996@yandex.ru

Original article

PRODUCTIVITY AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF HORSES OF NATIVE BREEDS IN THE CONDITIONS OF THE UDMURT REPUBLIC

Anna N. Gulyaeva [✉], **Svetlana P. Bass**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

[✉]Annagul1996@yandex.ru

Abstract. *The research aims to study the milk productivity and biological characteristics of mares from native breeds of different ecological groups in the Udmurt Republic. To conduct the research the entire herd was divided into three groups based on their ecological group origin. The first group included horses of forest type (Vyatka breed), the second – mountain type (Novoaltaiskaya breed), the third – steppe type (Bashkir breed). A comparative assessment of exterior features was conducted; the milk productivity of native mares, the physical and chemical composition of their milk were studied; the reproductive qualities of mares were evaluated. All indices were calculated using standard zootechnical methods. Milk productivity was measured through monthly control milkings. The research revealed that the clinical scores and blood biochemical analysis in mares of all native breeds were within the physiological range. The comparative assessment of the external characteristics of the aboriginal breeds defined that the Novoaltaiskaya mares were the largest ones, their withers height and chest girth were 148.3 and 186.7 cm, that is higher than those of the Vyatka and Bashkir mares by 2.1–5.7 %, respectively ($P \geq 0.99$). The Vyatka breed had high results in total and actual milk yields, which were 3143 and 1047.7 litres, respectively, which is lower by 10.9 % than the Novoaltaiskaya and higher by 10 % than the Bashkir breeds specialized in dairy horse breeding ($P \geq 0.95$). The qualitative characteristics of milk productivity, in particular the mass fractions of fat and protein, vary from 1.15 to 1.34 % and from 1.91 to 2.02 %, respectively, with insignificant differences between the breeds. The acidity of the milk does not exceed the requirements of the national standard. The tendency of the highest milk production is observed in the colostral milk yield of Novoaltaiskaya mares, its actual volume was 10.7 litres for the three-day period, with a clear characteristic dependence of its increase from the first to the third day. The colostral milk yields of Vyatka and Bashkir mares were lower by 1.8–1.9 litres than that of Novoaltaiskaya*

mares ($P \geq 0.99$). Bashkir mares had the worst reproductive performance, with a foaling percentage of 66.7, which was lower by 23.3–33.3 % than the other two analyzed groups.

Key words: native breed of horses, Vyatka breed, Bashkir breed, Novolbaikaya breed, milk production, clinical scores, measurements, biochemical analysis of blood.

For citation: Gulyaeva A. N., Bass S. P. Productivity and biological characteristics of horses of native breeds in the conditions of the Udmurt Republic. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 89-96. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_89-96.

Authors:

A. N. Gulyaeva ✉, Postgraduate, <https://orcid.org/0000-0002-0725-8800>;

S. P. Bass, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3979-1279>

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

✉ Annagul1996@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 11.03.2024; одобрена после рецензирования 29.03.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 11.03.2024; approved after reviewing 29.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 636.2.034.082

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_96-103

РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНОМНОГО ПРОГНОЗА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Кислякова Елена Муллануровна,

Исупова Юлия Викторовна ✉, Кузнецова Мария Константиновна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

✉ isupova_79@mail.ru

Аннотация. В настоящее время при выборе животных для воспроизводства стада используют индексы геномной оценки, которые позволяют в раннем возрасте прогнозировать их племенную ценность. Используя результаты геномной оценки, можно выбирать животных, формировать технологические группы, которые обеспечивают максимальную прибыль и эффективность стада. Научный и практический интерес представляет изучение влияния разных технологических условий производства молока на реализацию геномного прогноза продуктивности молочного скота. Исследования проводили в АО «Ошмес» Шарканского района Удмуртской Республики в период 2022–2023 гг. Материалом для исследования послужили нетели голштинской породы, имеющие результаты геномной оценки, в количестве 73 голов. В результате проведенных исследований выявили, что при разных технологиях содержания и доения, используемых на предприятии, реализация племенной ценности величины удоя и массовой доли белка в молоке практически одинакова и находится на уровне 126,5–129,6 % и 98,3–98,6 % соответственно. Достоверные отличия между животными сравниваемых групп были получены по массовой доле жира в молоке. Процент реализации племенной ценности жирномолочности у коров-первотелок при привязной технологии содержания и доения в линейный молокопровод выше на 4,6 % по сравнению с аналогами при беспривязном способе содержания и доения в доильном зале на установке «Европараллель». При привязной технологии содержания и доения в линейный молокопровод реализация племенной ценности оказалась достоверно выше у животных, которые имели отрицательный прогноз племенной ценности, и составила 138,9 % против 128,7 % при беспривязной технологии.

Ключевые слова: геномная оценка, племенная ценность, нетели, коровы-первотелки, молочная продуктивность, технология содержания.

Для цитирования: Кислякова Е. М., Исупова Ю. В., Кузнецова М. К. Реализация геномного прогноза молочной продуктивности в разных технологических условиях // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 96-103. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_96-103.

Актуальность. Геномная оценка животных становится все более популярным методом определения потенциала животного на ранней стадии. Изучая генетические данные, можно с достоверностью в 80 % оценить возможности животного в будущем. Это особенно актуально для крупного рогатого скота, так как благодаря такой оценке можно планировать разведение и отбирать наиболее перспективных особей. Таким образом, геномная оценка животных помогает ускорить селекционный прогресс и повысить экономические показатели отрасли, это мощный инструмент интенсификации молочного животноводства [1, 2, 8, 12, 13].

Надежность этого метода подтверждает опыт многих стран с развитым молочным скотоводством. В то же время геномная оценка подразумевает хорошо организованную племенную работу, основанную на современных методах. В настоящее время это особенно важно, поскольку селекция молочного скота учитывает не только показатели продуктивности, но и целый спектр хозяйственно-полезных признаков. Разведение и выращивание таких животных обеспечивает высокую рентабельность на ферме. С другой стороны, геномная селекция сопряжена с рядом рисков, в первую очередь затрагивающих сохранение генетического разнообразия для обеспечения долговременного генетического прогресса [6, 9, 10, 11].

В Удмуртской Республике с 2020 г. реализуется программа «Геномный проект». В рамках данного проекта в республике была сформирована база, в которой находятся записи о 265 тыс. животных. Накопленный материал позволяет сравнивать прогнозируемые при помощи геномной оценки показатели продуктивности с фактически полученными в определенных условиях результатами [3, 14]. Технологические условия оказывают огромное влияние на степень реализации генетического потенциала животных. В хозяйствах республики они достаточно разнообразны. Наряду с привязной системой содержания и доением в молокопровод во многих хозяйствах внедрена беспривязная система содержания с доением на установках типа «Европараллель» и «Карусель» [4, 5].

В связи с этим **целью работы** явилось изучение влияния разных технологических усло-

вий производства молока на реализацию геномного прогноза продуктивности молочного скота в АО «Ошмес» Шарканского района Удмуртской Республики.

В **задачи исследования** входило:

- 1) провести анализ результатов геномной оценки крупного рогатого скота молочного направления продуктивности;
- 2) изучить влияние технологических условий на реализацию геномного прогноза молочной продуктивности маточного стада.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в АО «Ошмес» Шарканского района Удмуртской Республики в период 2022–2023 гг. поголовье коров в хозяйстве составляет 2088 голов со средним уровнем продуктивности 8968 кг молока с массовой долей жира 3,80 % и массовой долей белка 3,05 %. Хозяйство является племрепродуктором по разведению крупного рогатого скота голштинской породы. Объектом исследований послужили нетели голштинской породы, имеющие результаты геномной оценки. Общий объем выборки составил 73 головы. Значения племенных оценок основных селекционируемых признаков (удой, кг; массовая доля жира, %; массовая доля белка, %) были взяты из базы данных *KSITEST* (ООО «Ксивелью», г. Москва).

Генотипирование для геномной оценки проводилось путем молекулярно-генетического исследования крупного рогатого скота на чипах *Bovine Versa SNP 50k v1.3* (50 тыс. *SNP*). Для определения оценок племенной ценности животных использовалась методология *BLUP Sire Model* и *BLUP_G* с учетом комплексного фактора «стадо – год – сезон отела». Компания *KSITEST* проводит обновление индексных оценок 1 раз в квартал, а структуру селекционного индекса пересматривает 1 раз в год.

Анализ фактической продуктивности животных и оценка реализации их племенной ценности проводились в зависимости от технологии содержания и доения. На предприятии используется две технологии:

- 1) привязный способ содержания и доение на линейном молокопроводе;
- 2) беспривязно-боксовый способ содержания и доение в доильном зале на установке «Европараллель».

Реализация геномного прогноза продуктивности (РГПП) рассчитывалась по формуле:

$$РГПП = \frac{ПП}{\text{фактические показатели продуктивности}} \times 100, \% \quad (1)$$

где *ПП* – прогнозная продуктивность по удою, массовой доле жира и белка, определяемая по формуле:

$$ПП = \text{базис продуктивности по региону} \pm \text{геномный прогноз} \quad (2)$$

Результаты исследований были подвергнуты статистической обработке данных с использованием пакета «Анализ данных» в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований. Продуктивность животных зависит от взаимодействия между генетическими особенностями голштинской породы, которые в каждой стране свои, и факторами окружающей среды [7, 10, 15]. Одним из важнейших является технология производства молока. Молочное скотоводство АО «Ошмес» ведется на интенсивной основе. Для содержания дойного стада применяется круглогодичная стойловая система содержания. Способ содержания коров на предприятии как привязный, так и беспривязный (табл. 1).

В 2021 г. в отделении Сосновка АО «Ошмес» введен в эксплуатацию коровник на 600 мест с доильно-молочным блоком. Животные содержатся беспривязно, доение осуществляется в доильном зале «Европараллель» 2×25 голов. Комплекс оснащен современным оборудованием, в том числе средствами связи, освещения, кондиционирования, навозоудаления.

При беспривязно-боксовой технологии содержания коров навозоудаление осуществля-

ется с помощью дельта-скрепера. При привязном содержании навозоудаление осуществляется с помощью шнекового транспортера. Рядом с комплексом оборудованы три мощные лагуны, на 14 тыс. м³ каждая, которые заполняются по мере поступления органики.

Освещение в помещении организовано с использованием световых коньков, окон, а в пасмурное, зимнее и вечернее время предусмотрено искусственное освещение с помощью светодиодных ламп.

Регулирование температуры, влажности и загазованности воздуха в помещениях происходит с использованием подвесных вентиляторов, и дополнительно имеется приточно-вытяжная вентиляция с торца здания.

При беспривязном содержании доение коров осуществляется на доильной установке «Европараллель» – 2×25 голов, при привязном содержании – с помощью линейного молокопровода (45 голов на одного оператора машинного доения). Охлаждение молока происходит в танках-охладителях марки НК-1 8000 1D молока DF 95, Inter Cool-8000, Айсберг-5000. Учет количественных и качественных показателей молочной продуктивности производится как групповой, так и индивидуальный от каждой коровы, результаты заносятся в базу данных «Селэкс».

При беспривязно-боксовом содержании для поения коров используются групповые поилки с подогревом, в каждой секции имеется по две штуки, а при привязной системе содержания установлены индивидуальные поилки, работающие по принципу сообщающихся сосудов.

Таблица 1 – Основные технологические операции производства молока

Показатель	Отделения АО «Ошмес»	
	Сосновка	П.-Вишур
Способ содержания	Беспривязный	Привязный
Содержание	В боксах	В стойлах
Кормление	Кормосмесь при помощи миксера на кормовой стол	
	ИСРК-12 Хозяин	
Поение	Групповые поилки	Индивидуальные поилки
Пол	Резиновые маты + опил	Кирпичный + маты с рифленой поверхностью
Доильное оборудование	Доильный зал «Европараллель»	Молокопровод «Милклайн»
	УДЛЛ-8	УДМ-200
Учет молока	Индивидуальное	По контрольным дойкам
Охлаждение молока	НК-1 8000 1D молока DF 95	Inter Cool-8000
	Inter Cool-8000	First 4000
		Айсберг-5000
Осеменение коров	Хэдлок	В стойле
Вентиляция	Светоаэрационный конек	
Навозоудаление	ТСН-170, дельта-скрепер	ТСН-160

Хозяйство обеспечено кормами полностью, имеется комбикормовый цех для подготовки концентрированных кормов к скармливанию. Кормление коров осуществляется с кормового стола при помощи кормораздатчика-смесителя согласно графику. Тип кормления коров дойного стада силосно-концентратный. В зависимости от уровня продуктивности и набора кормов рационы кормления периодически пересматриваются. Набор кормов рациона при всех способах содержания, применяемых в хозяйстве, идентичный. Животные распределены по группам в зависимости от физиологического состояния и уровня продуктивности, проводится аудит кормления.

Таким образом, технологические процессы в скотоводстве анализируемого предприятия постоянно совершенствуются, внедряются новые элементы, соответствующие современным требованиям интенсивного производства молока (мобильная раздача монокорма, управление организацией кормления при помощи специализированных программ и т.д.).

В таблице 2 приведены результаты оценки прогноза племенной ценности продуктивных показателей в разные периоды (нетели и коровы-первотелки), а также фактическая продуктивность в зависимости от принятой технологии содержания. По полученным результатам можно отметить, что в АО «Ошмес» Шарканского района значения оценок племенной ценности животных с возрастом увеличиваются. Так, при оценке нетелей племенная ценность по величине удоя находилась в пределах от 275,9 до 385,5 кг, по массовой доле жира в молоке от -0,004 до 0,01 %. Тогда как при оценке коров-первотелок данные показатели составили соответственно: от 797,4 до 992,1 кг и от 0,004 до 0,05 %. Исключением являются результаты племенной ценности

коров-первотелок по массовой доле белка в молоке независимо от технологии содержания и доения. По данному показателю с возрастом происходит некоторое снижение результатов оценки. В среднем по группам значение племенной ценности по массовой доле белка в молоке снизилось с -0,01 до -0,02 % при привязной технологии содержания и с -0,008 до -0,01 % при беспривязной технологии.

Также следует отметить, что разброс данных по племенной ценности продуктивных показателей находится в достаточно широком диапазоне. Например, результаты оценки племенной ценности величины удоя по группе нетелей находятся в пределах от -785 до 1284 кг, по массовой доле жира данный разброс составил от -0,1 до 0,13 %, по массовой доле белка от -0,05 до 0,03 %. По группе коров размах изменчивости оказался еще шире. Так, по племенной ценности величины удоя диапазон значений составлял от -747 до 2336 кг, по содержанию жира в молоке от -0,41 до 0,4 %, по содержанию белка в молоке от -0,3 до 0,21 %.

После определения фактической продуктивности у анализируемых групп животных не выявлено достоверных отличий в величине удоя коров-первотелок и качественных показателей молочной продуктивности вне зависимости от технологии и их племенной ценности. Величина молочной продуктивности находилась в пределах от 9054,0 до 9348,5 кг. Причем более высоким удоем за 305 дней лактации обладали первотелки при привязном способе содержания и доении в линейный молокопровод. Их удой оказался выше на 294,5 кг по сравнению с аналогами, для содержания которых применялась беспривязно-боксовая технология содержания при доении в доильном зале на установке «Европараллель».

Таблица 2 – Фактическая продуктивность коров-первотелок и реализация их племенной ценности в разных технологических условиях

Технология	n	Период оценки племенной ценности						Фактическая продуктивность коров-первотелок			Реализация племенной ценности, %		
		нетели			коровы			удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой	МДЖ	МДБ
		удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %						
Привязная, доение в линейный молокопровод	31	385,5	-0,004	-0,01	992,1	0,004	-0,02	9348,5± 271,7	3,91± 0,02	3,09± 0,01	129,6± 4,1	106,6± 0,5***	98,6± 0,3
Беспривязная, доение в доильном зале на установке «Европараллель»	42	275,9	0,01	-0,008	797,4	0,05	-0,01	9054,0± 156,2	3,87± 0,01	3,09± 0,01	126,5± 1,9	102,0± 0,4	98,3± 0,3

Примечание: *** – $P \geq 0,999$.

По массовой доле жира в молоке между коровами-первотелками разных групп наблюдается такая же тенденция. Так, наиболее низкой жирномолочностью по первой лактации обладали коровы, для содержания которых применялся беспривязный способ и доение в доильном зале. Массовая доля жира в молоке у них составила 3,87 %, что ниже по сравнению с аналогами на 0,04 %. Наивысшим показателем содержания жира в молоке обладали первотелки при привязной технологии содержания и доения в линейный молокопровод – 3,91 %. По массовой доле белка отличий между сравниваемыми группами не наблюдалось, данный показатель в сравниваемых группах составил 3,09 %.

По полученным результатам геномной оценки прогноза продуктивных показателей нетелей и фактическим их уровнем продуктивности была рассчитана реализация племенной ценности по величине удоя и качественным показателям молока (табл. 2). В результате было получено, что при разных технологиях содержания и доения, используемых на предприятии, реализация племенной ценности величины удоя и массовой доли белка в молоке практически одинакова и находится на уровне 126,5–129,6 % и 98,3–98,6 % соответственно. При этом достоверных отличий между животными сравниваемых групп не наблюдалось. Тогда как по показателю массовая доля жира в молоке были выявлены достоверные отличия между группами. Так, процент реализации племенной ценности жирномолочности у коров-первотелок при привязной технологии содержания и доения в линейный молокопровод (106,6 %) оказался достоверно выше по сравнению с аналогами при беспривязном способе содержания и доения в доильном зале на установке «Европараллель» (102,0 %).

Для более точной оценки реализации племенной ценности продуктивных показателей у животных при разных технологиях содержания и доения были рассчитаны данные показатели в зависимости от их уровня племенной ценности (табл. 3). Анализируя полученные результаты, можно отметить, что по уровню фактической молочной продуктивности коров-первотелок сравниваемых групп более существенная разница получена по удою за 305 дней лактации у животных, имеющих отрицательный прогноз племенной ценности. Так, от таких животных (-188,1 кг) при привязной технологии содержания и доения в доильной установке было получено больше молока на 717,7 кг по сравнению со сверстницами при беспривязной технологии содержания. У животных, имеющих положительный прогноз племенной ценности по удою, также выше уровень молочной продуктивности при привязной технологии содержания, разница составила 180,2 кг. По показателю массовой доли жира в молоке наблюдается такая же тенденция. То есть животные, имеющие отрицательный прогноз племенной ценности, при привязной технологии содержания имеют более высокую разницу по содержанию жира в молоке по сравнению с аналогами при беспривязной технологии содержания (0,06 %). Среди животных, имеющих положительный прогноз племенной ценности по жирномолочности, преимущество также на стороне привязной технологии и доения в линейный молокопровод, но разница менее существенная и составила 0,02 %. По признаку массовая доля белка в молоке существенной разницы между сравниваемыми группами животных не обнаружено. Данный показатель находился в пределах от 3,08 до 3,10 %.

Таблица 3 – Сопряженность уровня прогнозной племенной ценности и его реализации в разных технологических условиях

Технология	Уровень племенной ценности	Племенная ценность (нетели)						Фактическая продуктивность коров-первотелок			Реализация племенной ценности, %		
		n	удой, кг	n	МДЖ, %	n	МДБ, %	удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	удой	МДЖ	МДБ
Привязная, доение в линейный молокопровод	до 0	7	-188,1	15	-0,03	19	-0,02	9296,6± 415,5	3,92± 0,02	3,10± 0,01	138,9± 3,6*	104,9± 0,5	99,2± 0,4
	более 0	24	539,9	16	0,02	12	0,003	9363,8± 333,5	3,89± 0,03	3,08± 0,01	126,8± 1,8	102,4± 0,8	97,6± 0,3
Беспривязная, доение в доильном зале на установка «Европараллель»	до 0	9	-231,4	14	-0,04	23	-0,02	8578,9± 395,4	3,86± 0,03	3,09± 0,01	128,7± 3,1	103,2± 0,8	98,7± 0,3
	более 0	33	411,8	28	0,04	19	0,008	9183,6± 163,4	3,87± 0,02	3,09± 0,01	125,9± 2,0	101,5± 0,5	97,9± 0,5

Примечание: * – $P \geq 0,95$.

Следует отметить, что при привязной технологии содержания и доения в линейный молокопровод реализация племенной ценности оказалась достоверно выше у животных, которые имели отрицательный прогноз племенной ценности, и составила 138,9 % против 128,7 % при беспривязной технологии. Кроме того, при привязной технологии содержания у животных с отрицательным прогнозом племенной ценности лучше реализуются потенциал и качественные показатели молочной продуктивности. Но разница менее существенная и недостоверная. Так, по массовой доле жира в молоке она составила 1,7 %, а по массовой доле белка – 0,5 %.

У животных, имеющих положительный прогноз племенной ценности анализируемых показателей, процент реализации их племенной ценности также выше при привязной технологии содержания и доения в линейный молокопровод. Но данная разница незначительная и недостоверная (табл. 3).

Выводы. Таким образом, прогноз племенной ценности нетелей по величине удоя и массовой доле жира в молоке имеет довольно высокий процент реализации. По величине удоя у сравниваемых групп животных реализация племенной ценности составила 126,5–129,6 %, по качественным показателям молока несколько ниже – от 98,3 до 106,6 %. При этом процент реализации прогноза племенной ценности массовой доли жира в молоке также довольно высокий (от 102,0 до 106,6 %), а по массовой доле белка в молоке – ниже 100 %. Кроме того, у животных, имеющих отрицательную оценку племенной ценности, лучше реализуется продуктивный потенциал в условиях привязного содержания и доения в линейный молокопровод.

Исходя из полученных результатов, можно дать рекомендации предприятиям, проводящим геномную оценку ремонтного молодняка, формировать технологические группы с учетом результатов данной оценки. То есть для животных, имеющих низкие показатели прогноза племенной ценности по величине удоя и массовой доле жира в молоке, применять традиционные технологии содержания (привязный способ, доение в линейный молокопровод), а для животных с высоким потенциалом племенной ценности использовать беспривязный способ содержания и доение в доильном зале.

Список источников

1. Геномная оценка инбридинга у крупного рогатого скота холмогорской, ярославской и голштинской пород / А. С. Абдельманова, А. В. Доцев,

А. И. Мишина [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 8. С. 21–23. DOI 10.33943/MMS.2019.71.27.007.

2. Донник И., Мымрин С. Роль генетических факторов в повышении продуктивности крупного рогатого скота // Главный зоотехник. 2016. № 8. С. 20–32.

3. Исупова Ю. В., Кислякова Е. М. Влияние галотипов фертильности голштинского скота на племенную ценность коров // Теория и практика адаптивной селекции растений: материалы Национальной научно-практической конференции, 20 июля 2023 г. Ижевск: УдГАУ, 2023. С. 77–83.

4. Кузнецова М. К., Кислякова Е. М., Исупова Ю. В. Достоверность учета данных как один из способов повышения точности при оценке племенной ценности // Аграрная Россия. 2022. № 1. С. 27–30. DOI 10.30906/1999-5636-2022-1-27-30.

5. Назарова К. П. Продуктивные показатели и технологические свойства молока коров чернопестрой породы при разных технологиях доения: дис. ... канд. с.-х. наук: специальность 42.40.00 / Назарова Ксения Поликарповна. Ижевск, 2022. 121 с.

6. Племенные ресурсы молочного скотоводства Белгородчины / С. С. Жукова, В. И. Гудыменко, Н. Н. Сорокина, В. О. Несветайло // АгроЭкоИнфо. 2016. № 4 (26). С. 28.

7. Региональная система геномной оценки как базовый элемент национальной программы генетического совершенствования крупного рогатого скота / А. А. Сермягин, А. Н. Ермилов, И. Н. Янчуков [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 7. С. 3–7.

8. Сермягин А. А., Зиновьева Н. А. Генетический и геномный прогноз племенной ценности быков-производителей чернопестрой и голштинской пород в России // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 77–82.

9. Сермягин А. А., Нарышкина Е. Н., Карпушкина Т. В. Перспективы использования оценки геномной племенной ценности в селекции молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 7. С. 2–5.

10. Стрекозов Н. И., Чинаров В. И. Производство молока в регионах РФ до 2020 года должно быть прогнозируемо // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 4. С. 2–4.

11. Тележенко Е. В. Влияние геномной селекции на стратегию развития племенного молочного животноводства // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 3. С. 3–6.

12. Янчуков И. Н., Ермилов А. Н., Ермилов А. А. К вопросу об импортозамещении племенных ресурсов в молочном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 5. С. 7–10. DOI 10.33943/MMS.2021.91.87.002.

13. Lyashuk A. R. Milk productivity, composition and properties of cows milk of various lines in the conditions of the Oryol region/ Biology in agriculture. 2020; 4 (29): 19–22.

14. Lyubimov A. I., Martynova E. N., Kislyakova E. M., Isupova Yu. V., Yakimova V. Yu. Use of Genomic Evaluation of Cattle in Breeding Work. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2023; 24(9): 94–99.

15. Meuwissen T. H. E., Hayes B. J., Goddard M. E. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*. 2001; 157: 1819–1829.

References

1. Genomnaya ocenka inbridinga u krupnogo rogatogo skota holmogorskoj, yaroslavskoj i golshtinskoj porod / A. S. Abdel'manova, A. V. Docev, A. I. Mishina [i dr.] // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2019. № 8. S. 21–23. DOI 10.33943/MMS.2019.71.27.007.

2. Donnik I., Mymrin S. Rol' geneticheskikh faktorov v povyshenii produktivnosti krupnogo rogatogo skota // *Glavnyj zootehnik*. 2016. № 8. S. 20–32.

3. Isupova Yu. V., Kislyakova E. M. Vliyanie gaplotipov fertillnosti golshtinskogo skota na plemennuyu cennost' korov // *Teoriya i praktika adaptivnoj selekcii rastenij: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii*, 20 iyulya 2023 g. Izhevsk: UdGAU, 2023. S. 77–83.

4. Kuznecova M. K., Kislyakova E. M., Isupova Yu. V. Dostovernost' ucheta dannyh kak odin iz sposobov povysheniya tochnosti pri ocenke plemennoj cennosti // *Agrarnaya Rossiya*. 2022. № 1. S. 27–30. DOI 10.30906/1999-5636-2022-1-27-30.

5. Nazarova K. P. Produktivnye pokazateli i tekhnologicheskie svojstva moloka korov cherno-pestroj porody pri raznyh tekhnologiyah doeniya: dis. ... kand. s.-h. nauk: special'nost' 42.40.00 / Nazarova Kseniya Polikarpovna. Izhevsk, 2022. 121 s.

6. Plemennye resursy molochnogo skotovodstva Belgorodchiny / S. S. Zhukova, V. I. Gudymenko, N. N. Sorokina, V. O. Nesvetajlo // *AgroEkoInfo*. 2016. № 4 (26). S. 28.

7. Regional'naya sistema genomnoj ocenki kak bazovyy element nacional'noj programmy geneticheskogo sovershenstvovaniya krupnogo rogatogo skota / A. A. Sermyagin, A. N. Ermilov, I. N. Yanchukov [i dr.] // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2017. № 7. S. 3–7.

8. Sermyagin A. A., Zinov'eva N. A. Geneticheskij i genomnyj prognoz plemennoj cennosti bykov-proizvoditelej cherno-pestroj i golshtinskoj porod v Rossii // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2019. T. 33. № 12. S. 77–82.

9. Sermyagin A. A., Naryshkina E. N., Karpushkina T. V. Perspektivy ispol'zovaniya ocenki genomnoj plemennoj cennosti v selekcii molochnogo skota // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2015. № 7. С. 2–5.

10. Strekozov N. I., Chinarov V. I. Proizvodstvo moloka v regionah RF do 2020 goda dolzhno byt' prognoziruemо // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2014. № 4. S. 2–4.

11. Telezhenko E. V. Vliyanie genomnoj selekcii na strategiyu razvitiya plemennogo molochnogo zhivotnovodstva // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2016. № 3. S. 3–6.

12. Yanchukov I. N., Ermilov A. N., Ermilov A. A. K voprosu ob importozameshchenii plemennyh resursov v molochnom skotovodstve // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. 2021. № 5. S. 7–10. DOI 10.33943/MMS.2021.91.87.002.

13. Lyashuk A. R. Milk productivity, composition and properties of cows milk of various lines in the conditions of the Oryol region/ *Biology in agriculture*. 2020; 4 (29): 19–22.

14. Lyubimov A. I., Martynova E. N., Kislyakova E. M., Isupova Yu. V., Yakimova V. Yu. Use of Genomic Evaluation of Cattle in Breeding Work. *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*. 2023; 24(9): 94–99.

15. Meuwissen T. H. E., Hayes B. J., Goddard M. E. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*. 2001; 157: 1819–1829.

Сведения об авторах:

Е. М. Кислякова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-2802-2354>;

Ю. В. Исупова [✉], кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3753-3188>;

М. К. Кузнецова, аспирант

Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069

[✉]isupova_79@mail.ru

Original article

IMPLEMENTATION OF GENOMIC PROGNOSIS OF MILK PRODUCTIVITY IN DIFFERENT TECHNOLOGICAL CONDITIONS

Elena M. Kislyakova, Yulia V. Isupova [✉], **Maria K. Kuznetsova**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

[✉]isupova_79@mail.ru

Abstract. Nowadays genomic evaluation indices are used when selecting animals for herd reproduction, which allow predicting their breeding value at an early age. Ultimately, using the results of genomic evaluation, it is possible to select animals, to form technological groups that provide the maximum profit and efficiency of the herd. In this regard, the study of the influence of different technological conditions of milk production on the implementation of the genomic prognosis of dairy cattle productivity is of scientific and practical interest. The

research was carried out in JSC "Oshmes" of the Sharkansky district of the Udmurt Republic in 2022–2023. The study was conducted on the Holstein heifers with the results of a genomic assessment in the number of 73 heads. The results of the conducted research revealed that under different technologies of animal management and milking used at the enterprise, the realization of the breeding value of milk yield and the mass fraction of protein in milk is almost the same and is at the level of 126.5–129.6 % and 98.3–98.6 %, respectively. Significant differences between the animals of the compared groups were obtained by the mass fraction of fat in milk. The percentage of realization of the breeding value of fat content in the first-calf cows under tethered keeping and pipeline milking is higher by 4.6 % compared to the first-calf cows under loose keeping and parlor milking at the Europaralel installation. During tethered keeping and pipeline milking the realization of breeding value was significantly higher in animals that had a negative prognosis of breeding value, and amounted to 138.9 % versus 128.7 % with non-tethered technology.

Key words: genomic assessment, breeding value, heifers, first-calf cows, dairy productivity, management technology.

For citation: Kislyakova E. M., Isupova Yu. V., Kuznetsova M. K. Implementation of genomic prognosis of milk productivity in different technological conditions. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 96-103. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_96-103.

Authors:

E. M. Kislyakova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2802-2354>;

Yu. V. Isupova ✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3753-3188>

M. K. Kuznetsova, Postgraduate

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

✉isupova_79@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 13.02.2024; одобрена после рецензирования 27.02.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 13.02.2024; approved after reviewing 27.02.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 636.4.084.1

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_103-108

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ КОРМЛЕНИЯ В ПЕРИОД ДОРАЩИВАНИЯ

Краснова Оксана Анатольевна ✉,

Рыболовлева Любовь Сергеевна, Кириллова Елена Петровна

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

✉krasnova-969@mail.ru

Аннотация. Научный эксперимент проводился на свиноводческом комплексе ООО «Восточный» Завьяловского района Удмуртской Республики. Целью исследований являлось изучение влияния разных полнорационных комбикормов на биохимические показатели крови поросят в период доращивания и их мясную продуктивность. Объектом исследований были поросята, полученные от двухпородных свиноматок (йоркшир х ландрас) и хряков породы дюрок. Были сформированы три группы животных (контрольная и две опытных, по 80 голов в каждой) на доращивании в возрасте 28 дней в зависимости от схемы кормления полнорационными комбикормами для свиней (СПК). В период кормления на доращивании

были определены живая масса, среднесуточные приросты, биохимические показатели крови животных: общий белок, г/л; альбумин, г/л; АлАТ (аланинаминотрансфераза), Ед/л; АсАТ (аспартатаминотрансфераза), Ед/л; щелочная фосфатаза, Ед/л. Результаты исследований позволяют отметить, что применение в опытной группе 1 на доращивании полнорационных комбикормов СПК-4 и СПК-5 сказывается положительно на динамике живой массы, среднесуточных приростов трехпородных гибридов (ЙхЛ)хД, что достоверно подтверждается живой массой 29,4 кг и среднесуточными приростами 440 г, полученными результатами биохимических показателей в сыворотке крови: общий белок 74,8 г/л и концентрация альбуминов 35,02 г/л. Наибольшее количество АлАТ в сыворотке крови 45,12 Ед/л отмечается в опытной группе 2, что на 5,9 % достоверно больше, чем в контрольной. Максимальное количество АсАТ (56,9 Ед/л) отмечается в опытной группе 2 в 80-дневном возрасте, что на 12,4 % достоверно больше, чем в контрольной и на 11,1 % достоверно больше, чем в опытной группе 1. В конце опыта, к 80-дневному возрасту, у животных наблюдали снижение показателя щелочной фосфатазы, наивысший показатель 150,9 Ед/л отмечали в опытной группе 1, что может свидетельствовать об усилении роста животных. Для установления мясных качеств животных на откорме целесообразно продолжить исследования.

Ключевые слова: трехпородные гибриды (ЙхЛ)хД, период доращивания, виды полнорационного комбикорма, общий белок, аминотрансферазы, щелочная фосфатаза, живая масса, среднесуточный прирост.

Для цитирования: Краснова О. А., Рыболовлева Л. С., Кириллова Е. П. Биохимические показатели крови и мясная продуктивность свиней в зависимости от условий кормления в период доращивания // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 103-108. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_103-108.

Актуальность. Самым сложным периодом в процессе производства свинины является доращивание поросят, так как в это время идет интенсивное формирование активного иммунитета молодняка, и впоследствии это скажется на здоровье и продуктивности животных. Существует множество различных факторов, которые могут оказывать влияние на рост и развитие поросят, здоровье, продуктивность. Это в большей степени нарушение параметров микроклимата, качество кормления [4, 5, 10]. До 40–42-го дня формируется ферментативная система поросенка, поэтому в полнорационные комбикорма зачастую включают далеко не идеальные компоненты для поросят в возрасте от 40 до 60 дней. Высокая буферная емкость таких комбикормов приводит к нарушению кислотности и провоцирует быстрый рост патогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте молодого животного, белковое отравление вызывает поражение ворсинок тонкого отдела кишечника, что влияет на конверсию корма, снижается его усваиваемость.

Кроме того, необходимо уделять внимание качеству каждого корма, поскольку при использовании зерна с содержанием микотоксинов снижается иммунитет у животных, и в таком случае применяют сильнейшие адсорбенты. Уменьшение количества витаминов и микроэлементов в кормах тоже снижает иммунный статус животного [2, 3, 7, 8]. Контролировать состояние животных можно по показателям крови. Морфологический и биохимический анализ крови позволяет заранее предсказать состояние животного и в то же

время предположить правильность использования основных кормов, кормовых добавок в рационе животных [1, 6, 9]. Сегодня такие проблемы в период доращивания поросят носят актуальный характер, в связи с этим нами предложена схема кормления в период доращивания с целью повышения мясной продуктивности животных на откорме.

Цель научных исследований – изучить влияние использования разных полнорационных комбикормов на биохимические показатели крови поросят в период доращивания и их мясную продуктивность.

Для выполнения цели исследования были поставлены следующие **задачи**:

- 1) определить биохимические показатели крови подопытных животных в период доращивания;
- 2) определить живую массу и среднесуточный прирост животных в период доращивания;
- 3) провести сравнительный анализ полученных результатов.

Материал и методы исследований. Научное исследование проводили на свиноводческом комплексе ООО «Восточный» Завьяловского района Удмуртской Республики в 2022–2023 гг. Для проведения научного опыта были отобраны поросята, полученные от двухпородных свиноматок (йоркшир х ландрас) и хряков породы дюрок. Нами были сформированы три группы животных (контрольная группа и две опытных) на доращивании в возрасте 28 дней в зависимости от схемы кормления полнорационными комбикормами для сви-

ней (СПК). В каждой группе было по 80 голов. Контрольная группа получала с 28-го по 45-й день СПК-3, с 46-го по 65-й день – СПК-4, с 66-го по 80-й день – СПК-5. Две опытные группы с 28-го по 65-й день получали СПК-4, с 66-го по 80-й день опытная группа 1 получала СПК-5, а опытная группа 2 – СПК-6 [5].

В период кормления на доращивании нами были определены биохимические показатели крови животных. Забор крови осуществляли из хвостовой вены животных каждой группы в начале опыта (28 дней), в середине опыта (65 дней) и в конце опыта (80 дней). Биохимические показатели крови: общий белок, г/л; альбумин, г/л; АлАТ (аланинаминотрансфераза), Ед/л; АсАТ (аспартатаминотрансфераза), Ед/л; щелочную фосфатазу, Ед/л, определяли в БУ УР «УВДЦ» и на базе межфаккультетской учебно-научной лаборатории биотехнологии ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ. Динамику прироста живой массы поросят определяли путем взвешивания утром, до кормления, при постановке на опыт и в конце опыта, среднесуточный прирост за период доращивания определяли расчетным путем. Обработку полученных цифровых данных осуществляли общепринятыми методами вариационной статистики с применением критерия достоверности Стьюдента, с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007.

Результаты исследований. В период доращивания животные получали разные полнорационные комбикорма, на основании проведенных исследований нами получены следующие результаты. Общий белок в сыворотке крови подопытных животных представлен на рисунке 1. Концентрация общего белка в сыворотке крови в 28-дневном возрасте у поросят во всех группах находилась на одинаковом уровне 67,1–67,4 г/л, в пределах физиологической нормы, свидетельствуя об удовлетворительном состоянии печени. В 65-дневном возрасте наблюдается достоверное увеличение показателя во всех группах до 74,1–74,8 г/л. Однако наибольший показатель общего белка отмечается в опытной группе 1 – 74,8 г/л, что больше на 0,9 %, чем в контрольной группе. В 80-дневном возрасте отмечается достоверное увеличение общего белка в сыворотке крови животных во всех группах на 3,1–4,4 % по сравнению с результатами 65-дневного возраста. Наибольшее количество общего белка в сыворотке крови 78,1 г/л отмечается в опытной группе 1, что на 2,2 % достоверно больше ($P \geq 0,95$), чем в контрольной группе.

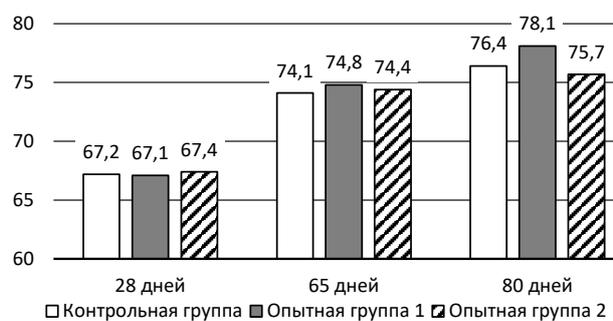


Рисунок 1 – Общий белок в сыворотке крови подопытных животных в период доращивания, г/л

Интенсивность белкового обмена в организме животных характеризуют альбумины, которые обеспечивают транспорт продуктов обмена. Исследования белковых фракций позволили нам получить результаты по количеству альбуминов в сыворотке крови животных (рис. 2).

Концентрация альбуминов в сыворотке крови в 28-дневном возрасте у поросят во всех группах находилась на одинаковом уровне 31,3–31,5 г/л, в пределах физиологической нормы. В 65-дневном возрасте наблюдается достоверное увеличение показателя во всех группах до 32,15–33,07 г/л. Однако наибольший показатель альбуминов отмечается в опытной группе 1 – 33,07 г/л, что достоверно ($P \geq 0,95$) больше на 2,9 %, чем в контрольной группе. В 80-дневном возрасте животных отмечается достоверное увеличение альбуминов в сыворотке крови во всех группах на 1,9–5,9 % по сравнению с результатами 65-дневного возраста. Наибольшее количество альбуминов в сыворотке крови 35,02 г/л отмечается в опытной группе 1, что на 3,2 % достоверно больше ($P \geq 0,95$), чем в контрольной группе.

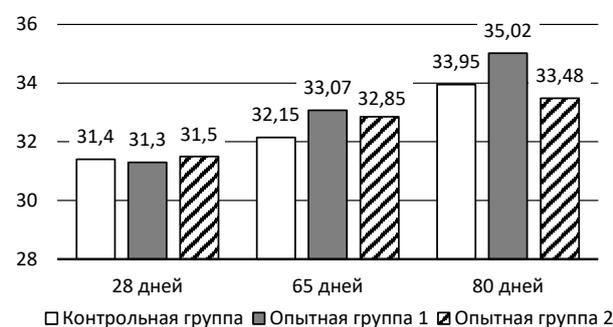


Рисунок 2 – Альбумины в сыворотке крови подопытных животных в период доращивания, г/л

Преимущество по количеству общего белка у животных опытной группы 1 происходило за счет альбуминовой фракции. Нами был рассчитан белковый индекс крови животных.

У подопытных животных белковый индекс в период доращивания был на достаточно высоком уровне. В 28-дневном возрасте он составил 0,87–0,88; в 65-дневном возрасте – 0,77–0,79; в 80-дневном возрасте – 0,79–0,81. Самый высокий белковый индекс отмечался у животных опытной группы 1 – 0,81. Считается, что чем выше белковый индекс (А/Г) коэффициент) крови животных, тем интенсивнее в их организме идут процессы биосинтеза белка.

Содержание ферментов аминотрансфераз (АлАТ и АсАТ), участвующих в обмене аминокислот, во всех группах животных, как в 28-дневном возрасте, так и в 65- и 80-дневном, находилось на уровне контроля. Активность ферментов АлАТ, АсАТ отражает физиологическое состояние печени. Применяемые схемы кормления с использованием разных полнорационных комбикормов в группах животных в течение периода доращивания поросят не оказали отрицательного влияния на состояние гепатоцитов печени и ее функциональную активность. Количество АлАТ в сыворотке крови представлено на рисунке 3.

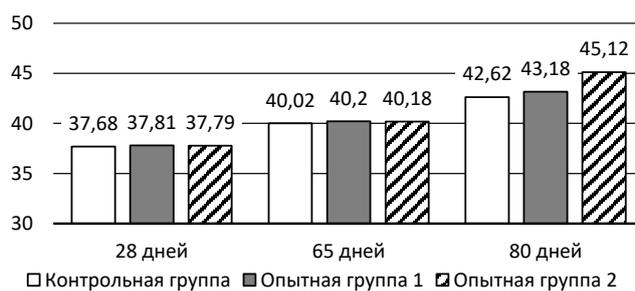


Рисунок 3 – АлАТ в сыворотке в крови подопытных животных в период доращивания, Ед/л

Активность ферментов повышается с возрастом животных, кроме того, происходит воздействие разных факторов, в нашем случае – это разные схемы кормления и виды полнорационных комбикормов, их качество, что приводит к разрушению гепатоцитов печени, и из цитоплазмы первыми в кровь попадают аминотрансферазы, что свидетельствует о первом уровне повреждения печеночных клеток. Концентрация АлАТ в сыворотке крови в 28-дневном возрасте у поросят во всех группах находилась на одинаковом уровне 37,68–37,81 Ед/л, в пределах физиологической нормы. В 65-дневном возрасте наблюдается достоверное увеличение показателя во всех группах до 40,02–40,20 Ед/л, в пределах физиологической нормы. В 80-дневном возрасте животных отмечается также достоверное увели-

чение АлАТ в сыворотке крови во всех группах на 6,5–12,3 % по сравнению с результатами 65-дневного возраста. Наибольшее количество АлАТ в сыворотке крови 45,12 Ед/л отмечается в опытной группе 2, что на 5,9 % достоверно больше ($P \geq 0,999$), чем в контрольной группе. Такая же тенденция наблюдается по динамике увеличения фермента АсАТ с возрастом во всех группах в период доращивания. Максимальное количество АсАТ 56,9 Ед/л отмечается в опытной группе 2 в 80-дневном возрасте, что на 12,4 % достоверно больше ($P \geq 0,999$), чем в контрольной группе и на 11,1 % достоверно больше ($P \geq 0,999$), чем в опытной группе 1.

Активность щелочной фосфатазы в возрасте 28 дней у животных находилась в пределах 166,8–169,1 Ед/л, в пределах физиологической нормы. К 65-дневному возрасту у поросят наблюдали достоверное увеличение показателя на 7,9–9,6 %, что может свидетельствовать об усилении активности роста в период доращивания. В конце опыта, к 80-дневному возрасту, наблюдали снижение показателя щелочной фосфатазы с возрастом, однако наивысший показатель 150,9 Ед/л отмечали в опытной группе 1.

Динамика роста поросят с 28-дневного возраста по 80-й день показала, что максимальную живую массу имели животные опытной группы 1 – 29,4 кг, что достоверно ($P \geq 0,95$) больше на 2,8 %, чем в контрольной группе и на 5,3 % достоверно ($P \geq 0,95$) больше, чем в опытной группе 2.

Среднесуточный прирост максимальный 440,0 г наилучшим оказался у животных в опытной группе 1, что достоверно ($P \geq 0,95$) больше на 2,9 и 6,0 %, чем показатели у животных в контрольной и опытной группе 2 (рис. 4).

На основании полученных результатов по биохимическим показателям крови, динамике роста животных предполагаем, что применение с 28-го по 65-й день СПК-4, с 66-го по 80-й день – СПК-5 способствовало наилучшему росту поросят в период доращивания.

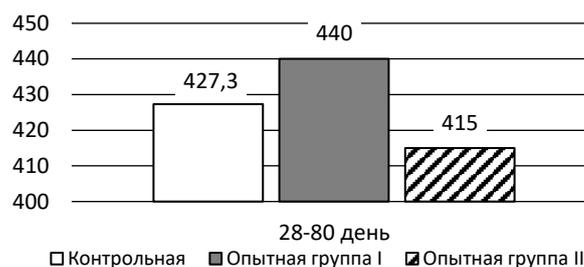


Рисунок 4 – Среднесуточный прирост поросят на доращивании, г

Выводы. Таким образом, проведенные исследования в условиях промышленной технологии свиного комплекса «Восточный» позволяют отметить, что применение в опытной группе 1 на доращивании полнорационных комбикормов СПК-4 и СПК-5 максимально оказывает положительную динамику на живую массу, среднесуточные приросты трехпородных гибридов (ЙхЛ)хД, что достоверно подтверждается живой массой 29,4 кг и среднесуточными приростами 440 г, полученными результатами биохимических показателей в сыворотке крови: общий белок 74,8 г/л и концентрация альбуминов 35,02 г/л, что находится в пределах физиологической нормы. Для завершения исследований и установления мясных качеств животных на откорме целесообразно продолжить исследования.

Список источников

1. Александрович А. К., Злепкин В. А., Злепкин А. Ф. Биохимические показатели крови, характеризующие белковый обмен у подсвинков на откорме // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2008. № 3 (11). С. 103–105.
2. Действие адсорбента и витамина С на морфологические и биохимические показатели крови молодняка свиной при элиминации тяжелых металлов / Н. Г. Гулиева, Р. Б. Темираев, В. Х. Темираев [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2022. Т. 59-1. С. 140–146.
3. Влияние адсорбента и витамина С на хозяйственно-полезные качества подсвинков, физико-химические свойства некоторых органов и тканей / Н. Г. Гулиева, В. Р. Каиров, З. А. Кубатиева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58-3. С. 92–97.
4. Комбикорма разных производителей для поросят и их сравнительная оценка / Н. И. Кульмакова, Т. А. Магоматов, Н. М. Костомахин [и др.] // Главный зоотехник. 2021. № 11(220). С. 3–12.
5. Краснова О. А., Рыболовлева Л. С., Кириллова Е. П. Откормочные качества свиной в зависимости от условий кормления в период доращивания // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4 (76). С. 49–54.
6. Николаев Д. В., Кукушкина И. Ю., Ранделин Д. А. Морфологические и биохимические свойства крови свиной канадской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 12 (86). С. 62–64.
7. Сердюкова Ю. А., Злепкин В. А. Влияние кормовых добавок на морфологические и биохимические показатели крови откармливаемых свиной // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 3 (23). С. 112–115.
8. Эффективность применения природных цеолитов при кормлении молодняка свиной / Л. Р. Михайлова, Л. В. Жестянова, А. Ю. Лаврентьев [и др.] // Главный зоотехник. 2022. № 6 (227). С. 13–22.

хайлова, Л. В. Жестянова, А. Ю. Лаврентьев [и др.] // Главный зоотехник. 2022. № 6 (227). С. 13–22.

9. Krasnova O. A., Kazantseva N. P., Kudrin M. R. [et al.]. Productive qualities of hybrid pigs. International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020; 11-14: 1114.

10. Krasnova O. A., Kazantseva N. P., Hardina E. V. [et al.]. Chemical composition of the meat and fat of pigs of various genotypes. Ecology, Environment and Conservation. 2020; 26-4: 1587-1591.

References

1. Aleksandrovich A. K., Zlepkin V. A., Zlepkin A. F. Biohimicheskie pokazateli krovi, harakterizuyushchie belkovyj obmen u podsvinkov na otkorme // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2008. № 3 (11). S. 103–105.
2. Dejstvie adsorbenta i vitamina C na morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi molodnyaka svinej pri eliminacii tyazhelyh metallov / N. G. Gulieva, R. B. Temiraev, V. H. Temiraev [i dr.] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. T. 59-1. S. 140–146.
3. Vliyanie adsorbenta i vitamina S na hozyajstvenno-poleznye kachestva podsvinkov, fiziko-himicheskie svoystva nekotoryh organov i tkanej / N. G. Gulieva, V. R. Kaиров, Z. A. Kubatieva [i dr.] // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. T. 58-3. S. 92–97.
4. Kombikorma raznyh proizvoditelej dlya porosyat i ih sravnitel'naya ocenka / N. I. Kul'makova, T. A. Magomadov, N. M. Kostomahin [i dr.] // Glavnyj zootekhnik. 2021. № 11(220). S. 3–12.
5. Krasnova O. A., Rybolovleva L. S., Kirillova E. P. Otkormochnye kachestva svinej v zavisimosti ot uslovij kormleniya v period dorashchivaniya // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2023. № 4 (76). S. 49–54.
6. Nikolaev D. V., Kukushkina I. Yu., Randelin D. A. Morfologicheskie i biohimicheskie svoystva krovi svinej kanadskoj selekcii // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 12 (86). S. 62–64.
7. Serdyukova Yu. A., Zlepkin V. A. Vliyanie kormovyh dobavok na morfologicheskie i biohimicheskie pokazateli krovi otkarmlivaemyh svinej // Vestnik APK Stavropol'ya. 2016. № 3 (23). S. 112–115.
8. Effektivnost' primeneniya prirodnyh ceolitov pri kormlenii molodnyaka svinej / L. R. Mihajlova, L. V. Zhestyanova, A. Yu. Lavrent'ev [i dr.] // Glavnyj zootekhnik. 2022. № 6 (227). S. 13–22.
9. Krasnova O. A., Kazantseva N. P., Kudrin M. R. [et al.]. Productive qualities of hybrid pigs. International Transaction Journal of Engineering, Management and Applied Sciences and Technologies. 2020; 11-14: 1114.
10. Krasnova O. A., Kazantseva N. P., Hardina E. V. [et al.]. Chemical composition of the meat and fat of pigs of various genotypes. Ecology, Environment and Conservation. 2020; 26-4: 1587-1591.

Сведения об авторах:

О. А. Краснова , доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
<https://orcid.org/0000-0002-0304-512X>;

Л. С. Рыболовлева, аспирант;

Е. П. Кириллова, ассистент

Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069

 krasnova-969@mail.ru

Original article

BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS AND MEAT PRODUCTIVITY OF PIGS DEPENDING ON THE FEEDING CONDITIONS DURING THE REARING PERIOD

Oksana A. Krasnova , **Lubov S. Rybolovleva**, **Elena P. Kirillova**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

 krasnova-969@mail.ru

Abstract. *The scientific experiment was conducted at the pig breeding complex “Vostochny” in the Zavyalovsky district of the Udmurt Republic. The research purpose was to study the effect of the various complete compound feeds on the biochemical blood parameters of piglets during the rearing period and their meat productivity. The research targets were piglets of two-breed sows (Yorkshire x Landrace) and boars of the Duroc breed. Three groups of animals (a control group and two experimental ones, with 80 animals in each group) were formed for rearing period at the age of 28 days, depending on the feeding scheme with complete compound feeds for pigs (SPK). During the feeding in rearing period we determined live weight, average daily gains, biochemical blood parameters of animals: total protein, g/l; albumin, g/l; ALAT (alanine aminotransferase), u/l; AsAT (aspartate aminotransferase), u/l; alkaline phosphatase, u/l. The research results allow us to note that the application of complete compound feeds SPK-4 and SPK-5 in experimental group 1 has a positive effect on live weight, average daily gains of three-breed hybrids (YxL)xD, which is reliably confirmed by a live weight of 29.4 kg and average daily gains 440 g, by the results of biochemical parameters in blood serum: total protein 74.8 g/l and albumin concentration 35.02 g/l. The highest amount of ALAT in blood serum 45.12 u/l is observed in experimental group 2, which is significantly higher by 5.9 % than in the control group. The maximum amount of AsAT (56.9 u/l) is registered in experimental group 2 at 80 days of age, which is significantly higher by 12.4 % than in the control group and significantly higher by 11.1 % than in the experimental group 1. At the end of experiment by the age of 80 days, the animals showed a decrease in the alkaline phosphatase index, the highest index of 150.9 u/l was observed in experimental group 1, which may indicate an increase in the growth activity of the animals. To establish the meat qualities of fattening animals, it is advisable to continue the research.*

Key words: *three-breed hybrids (YxL)xD, rearing period, types of complete compound feeds, total protein, aminotransferases, alkaline phosphatase, live weight, average daily gain.*

For citation: *Krasnova O. A., Rybolovleva L. S., Kirillova E. P. Biochemical blood indicators and meat productivity of pigs depending on the feeding conditions during the rearing period. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 103-108. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_103-108.*

Authors:

O. A. Krasnova , Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
<https://orcid.org/0000-0002-0304-512X>;

L. S. Rybolovleva, Postgraduate;

E. P. Kirillova, Assistant

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

 krasnova-969@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 22.03.2024; одобрена после рецензирования 14.05.2024;
принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 22.03.2024; approved after reviewing 14.05.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 636.2.034.082.2

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_109-114

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛИНИИ И МЕТОДОВ ПОДБОРА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ СОДЕРЖАНИЯ

Мартынова Екатерина Николаевна,
Исупова Юлия Викторовна, Нагорная Ольга Митрофановна ✉

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

✉ olga.nagornaya5@gmail.com

Аннотация. В настоящее время разведение по линиям является ключевым элементом для повышения молочной продуктивности животных в племенных хозяйствах. Подбор животных в селекции играет важную роль в сохранении и увеличении качественных хозяйственно-полезных характеристик, что позволяет отбирать самых ценных особей для дальнейшего разведения. Целью исследований являлось определение влияния подбора на продуктивные качества коров с учетом их линейной принадлежности. Исследования проводились на коровах голштинской породы в племенном заводе СХПК «Колос» Вавожского района Удмуртской Республики. Средний возраст исследуемых коров составил 2,4 лактации. Животные представлены линиями Рефлекшн Соверинг, Вис Бэк Айдиал и Монтвик Чифтейн. В результате исследований выявили, что удой коров, полученных при внутрилинейном подборе, выше, чем при межлинейном и составлял 9322,5 кг. При внутрилинейном подборе наибольший удой был у линии Рефлекшн Соверинг (9728,82 кг), а при межлинейном подборе – у кросса линии Вис Бэк Айдиал х Рефлекшн Соверинг (9359,42 кг). Наилучший результат продуктивности у животных линии Вис Бэк Айдиал, полученных при внутрилинейном подборе, был при беспривязно-боксовом способе содержания, а при межлинейном подборе – при сочетании линий Вис Бэк Айдиал х Силинг Трайджуэн Рокит и составил 9857,42 кг. По результатам оценки молочной продуктивности коров при разных коэффициентах линейности при разведении животных линии Вис Бэк Айдиал необходимо ориентироваться на показатель коэффициента линейности от 62,5 до 100,0 %, так как наблюдается увеличение продуктивности. У линии Монтвик Чифтейн наилучший результат был при межлинейном подборе с коэффициентом линейности 25,0 % – 9105,2 кг. У животных линии Рефлекшн Соверинг лучшая продуктивность была при коэффициенте линейности 62,5 % – 9643,8 кг.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, линия, внутрилинейный подбор, межлинейный подбор, молочная продуктивность, способ содержания, коэффициент линейности.

Для цитирования: Мартынова Е. Н., Исупова Ю. В., Нагорная О. М. Оценка влияния линии и методов подбора на молочную продуктивность коров при разных способах содержания // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 109-114. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_109-114.

Актуальность. В настоящее время разведение по линиям является ключевым элементом для повышения молочной продуктивности животных в племенных хозяйствах. Подбор животных в селекции играет важную роль в сохранении и увеличении качественных хозяйственно-полезных характеристик, что позволяет отбирать самых ценных особей для дальнейшего разведения [2, 6]. Каждая отдельная генетическая линия оказывает влияние на уровень молочной продуктивности коров и зависит от того, насколько эффективно используются племенные достоинства быков-производителей [3, 4, 7]. Генеалогическая линия является важной конструктивной едини-

цей породы. Степень линейности вычисляется как процентное соотношение предков по отцовской линии до четвертого поколения. Изучение разных вариантов и параметров подбора с учетом принадлежности животных к линии позволяет определить лучший и наиболее эффективный подбор в стаде или отдельной популяции породы [1, 5].

Целью исследований являлось определение влияния подбора на продуктивные качества коров с учетом их линейной принадлежности.

Материал и методы исследований. Молочную продуктивность коров в зависимости от их линейной принадлежности и мето-

дов подбора при разных условиях содержания изучали в племенном заводе Вавожского района Удмуртской Республики СХПК «Колос». Молочное стадо здесь представлено животными основных генеалогических линий: Рефлекшн Соверинг 198998, Вис Бэк Айдиал 1013415 и Монтвик Чифтейн 95679.

Коэффициент линейности рассчитан по формуле С. Е. Тяпугина (2015):

$$KL = (Nл/8) \times 100,$$

где $Nл$ – количество предков в третьем ряду родословной, относящихся к линии отца;

8 – общее количество предков в третьем ряду родословной.

Коэффициент линейности животного измеряется в процентах и находится в пределах от 12,5 до 100,0 % с учетом доли линейных предков.

Материалом для изучения служили данные программы «Селэкс», зоотехнического и племенного учета и собственные исследования.

Результаты исследований. Производство молока от коров напрямую зависит от нескольких факторов, включая их генетическое происхождение и методы селекции. Разнообразие методов селекции позволяет сохранять генеалогическую целостность стада и улучшать существующие линии. Сравнительный анализ продуктивности коров разных линий представлен в таблице 1. В среднем во время наивысшей лактации животные исследуемого поголовья давали 9298,9 кг молока. Самый низкий удой был получен от особей линии Монтвик Чифтейн, который был достоверно меньше, чем у животных линии Вис Бэк Айдиал на 488,9 кг ($P \leq 0,05$) и коров линии Рефлекшн Соверинг – на 506,5 кг ($P \leq 0,05$). Наиболее высокой массовой долей жира в молоке отличались коровы линии Вис Бэк Айдиал – 3,93 %, что на 0,06–0,09 % больше, чем у особей других линий. Коровы линии Монтвик Чифтейн имели несколько выше (на 0,03–0,05 %) содержание белка в молоке.

Была изучена продуктивность коров, полученных внутрилинейным и межлинейным подбором (табл. 2).

Удой коров, полученных при внутрилинейном подборе, был выше на 376,9 кг, а содержание жира в молоке было на 0,02 % ниже, чем у животных от межлинейного подбора.

Наиболее высокий удой при внутрилинейном подборе был у коров линии Рефлекшн Соверинг – 9728,82 ($P \geq 0,95$) кг, содержание

жира в молоке у коров линии Вис Бэк Айдиал – 3,97 % ($P \geq 0,95$), содержание белка в молоке у животных линии Монтвик Чифтейн – 3,33 % ($P \geq 0,99$). При межлинейном подборе максимальный удой был получен при кроссе линий Вис Бэк Айдиал х Рефлекшн Соверинг – 9359,42 кг.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров разных линий

Линия	Удой за 305 наивысшей лактации, кг	МДЖ, %	МДБ, %
Вис Бэк Айдиал 1013415	9504,2±58,9	3,93±0,01	3,28±0,005
Монтвик Чифтейн 95679	9015,3±70,2	3,84±0,01	3,31±0,005
Рефлекшн Соверинг 198998	9521,8±60,1	3,87±0,01	3,26±0,004
Итого	9298,9±53,8	3,91±0,01	3,26±0,003

Таблица 2 – Продуктивность коров при разных методах подбора

Метод подбора	Количество коров, гол.	Удой за 305 дней наивысшей лактации, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Живая масса, кг
Внутрилинейный подбор	521	9322,5±149,9	3,90±0,02	3,29±0,01	599,7±2,08
Межлинейный подбор	1501	8945,6±356,8	3,92±0,06	3,29±0,02	597,3±4,76
Разница	-	+376,9	-0,02	0	+2,4

Продуктивность коров, полученных от внутрилинейного подбора, при разных способах содержания представлена на рисунке 1. По данным исследования видно, что величина удоя коров, полученных в результате внутрилинейного подбора и содержащихся при беспривязно-боксовом способе, была выше, чем при привязном способе на 307,0–667,0 кг. При этом максимальный удой был у животных линии Рефлекшн Соверинг – 10 184,85 кг, что на 667,3 кг ($P \geq 0,95$) больше, чем у коров при привязном способе содержания. В то же время удой коров линии Монтвик Чифтейн был наименьшим при привязном способе содержания – на 546,3 кг ($P \geq 0,95$) ниже, чем при беспривязно-боксовом способе.

Данные величины удоя коров линии Вис Бэк Айдиал в зависимости от метода подбора и способа содержания представлены на рисунке 2.

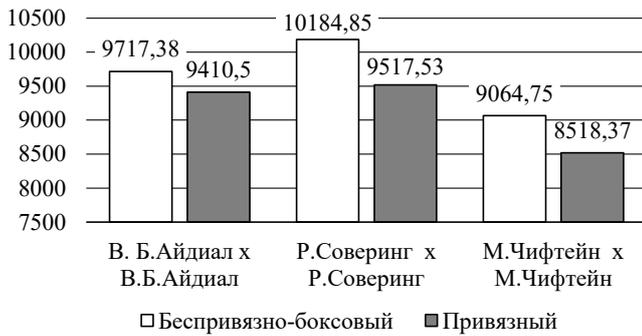


Рисунок 1 – Продуктивность коров при внутрилинейном подборе

В линии Вис Бэк Айдиал в условиях беспривязно-боксового содержания наивысший удой демонстрируют коровы, происходящие от внутрилинейного подбора, их удой превосходил на 306,88 кг коров, содержащихся на привязи. От лактирующих коров при привязном способе содержания наибольший удой 9857,45 кг был получен в результате подбора линий Вис Бэк Айдиал х Силинг Трайджун Рокит, что больше на 702,61 кг, чем у коров при содержании беспривязно-боксовым способом.

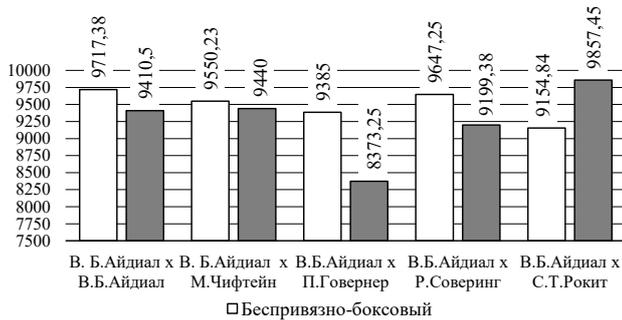


Рисунок 2 – Продуктивность коров линии Вис Бэк Айдиал в зависимости от метода подбора

Продуктивность коров линии Монтвик Чифтейн в зависимости от метода подбора и способа содержания представлена на рисунке 3.

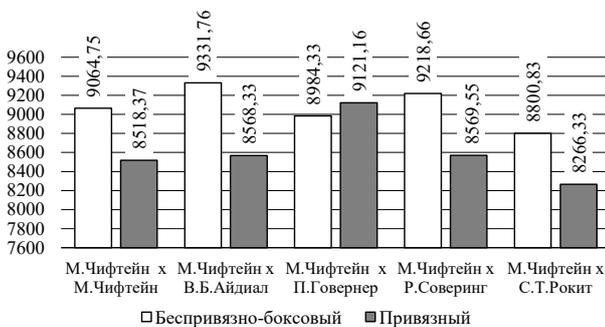


Рисунок 3 – Продуктивность коров линии Монтвик Чифтейн в зависимости от метода подбора

Данные рисунка 3 показывают, что лучший результат по удою у животных линии Монтвик Чифтейн от внутрилинейного подбора получен при беспривязно-боксовом способе содержания – 9064,75 кг, что больше на 546,38 кг, чем у особей в условиях привязного содержания (8518,37 кг).

При межлинейном подборе у линии Монтвик Чифтейн лучшие результаты по удою по сравнению с остальными анализируемыми линиями получены при подборе к коровам линии Вис Бэк Айдиал при беспривязно-боксовом способе содержания – 9331,76 кг, а при привязном способе – к коровам линии Паст Говернер и составили 9121,16 кг.

Продуктивность коров линии Рефлекшн Соверинг в зависимости от метода подбора представлена на рисунке 4.

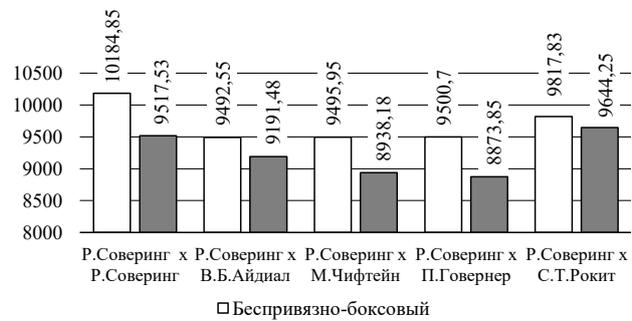


Рисунок 4 – Продуктивность коров линии Рефлекшн Соверинг в зависимости от метода подбора

При беспривязно-боксовом способе содержания у коров, полученных внутрилинейным подбором линии Рефлекшн Соверинг, удой был на 326,05–643,68 кг больше, чем у особей, полученных при межлинейном подборе. При межлинейном подборе линий Рефлекшн Соверинг х Силин Трайджун Рокит удой составляет 9817,83 кг молока, что больше этого же подбора линий при привязном способе содержания на 173,28 кг. При кроссе линий Рефлекшн Соверинг х Монтвик Чифтейн в условиях беспривязно-боксового содержания удой значительно больше, чем у животных при привязном способе содержания (+ 557,77 кг) и составляет 9495,95 кг. Коровы при сочетании линий Рефлекшн Соверинг х Вис Бэк Айдиал при беспривязно-боксовом способе содержания имеют удой 9492,55 кг, а при привязном способе содержания 9191,48 кг, что на 301,07 кг меньше.

В стаде исследуемых коров 65,8 % составляют животные, полученные путем кросса с коэффициентом линейности от 12,5

до 50,0 %. Животные с коэффициентом линейности от 62,5 до 75,0 % составляют 22,3 % поголовья. Только 1,9 % коров в стаде выявлено при максимальном уровне линейной принадлежности. Наибольший процент животных был с коэффициентом линейности 37,5 % и составил 18,0 %.

Согласно исследованиям генеалогических линий, у особей в линии Вис Бэк Айдиал доля животных, полученных внутрилинейным разведением при коэффициенте линейности 100,0 %, составляет 0,5 %, в то время как при коэффициенте линейности 12,5 % животных не выявлено. Коровы в данной линии, полученные межлинейным подбором при коэффициенте линейности от 25,0 % до 50,0 %, составляют 49,0 %.

Животные линии Рефлекшн Соверинг, полученные межлинейным подбором, при коэффициенте линейности от 12,5 до 50,0 % составляют 79,3 %.

При внутрилинейном подборе коров линии Вис Бэк Айдиал с коэффициентом линейности от 62,5 до 100,0 % получено 51,0 %, а в линии Рефлекшн Соверинг при коэффициенте линейности от 62,5 до 87,5 % – 20,7 %.

В линии Монтвик Чифтейн 52,6 % коров получены межлинейным методом подбора с коэффициентом линейности 12,5 %, всего животных с коэффициентом линейности от 12,5 до 50,0 % в линии получено 99,8 %.

Продуктивность коров разных генеалогических линий с разным коэффициентом линейности представлена на рисунке 5.

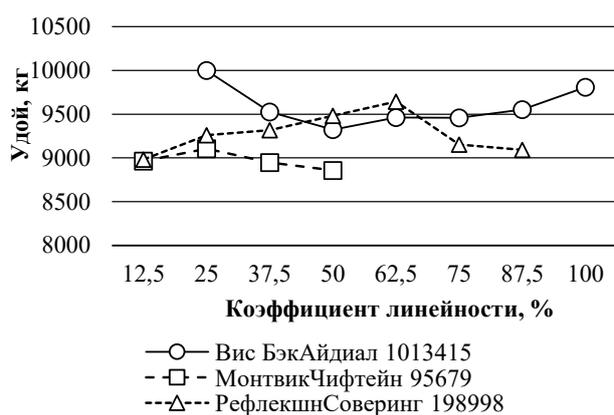


Рисунок 5 – Продуктивность коров разных линий с разным коэффициентом линейности

Согласно исследованиям, животные линии Вис Бэк Айдиал имеют наивысший удой при коэффициенте линейности 25 %, который составляет 9997,5 кг при массовой доле жира

3,92 % и белка 3,24 %. При коэффициенте линейности от 25,0 % до 50,0 % удой незначительно снижается на 674,6 кг максимального показателя. Наблюдается постепенный рост удоя с 9462,9 до 9809,4 кг при коэффициентах линейности от 62,5 до 100,0 %.

Животные линии Монтвик Чифтейн также имеют наибольший удой при коэффициенте линейности 25,0 % – 9105,2 кг, что больше самого низкого показателя на 246,8 кг при коэффициенте линейности 50,0 %. Массовая доля жира максимальна при коэффициенте линейности 50,0 %, также при коэффициенте линейности 50,0 % массовая доля белка максимальна и составляет 3,34 %.

Животные линии Рефлекшн Соверинг при коэффициенте линейности 62,5 % имеют наибольший удой – 9643,8 кг, в целом при увеличении коэффициента линейности с 12,5 до 62,5 % наблюдается и увеличение величины удоя на 548,7 кг. При увеличении коэффициента линейности с 62,5 до 87,5 % идет снижение количества удоя до 9093,3 кг, что меньше максимального на 550,5 кг ($P \geq 0,95$).

Выводы. Таким образом, при внутрилинейном подборе удой коров по стаду был выше, чем при межлинейном подборе на 376,9 кг и составлял 9322,5 кг. У коров линии Рефлекшн Соверинг при внутрилинейном подборе был наибольший удой – 9728,82 кг, при межлинейном подборе максимальный удой получен от коров кросса линий Вис Бэк Айдиал х Рефлекшн Соверинг – 9359,42 кг.

При беспривязно-боксовом способе содержания максимальная молочная продуктивность была у коров линии Рефлекшн Соверинг – 10 184,85 кг при внутрилинейном подборе.

Максимальный уровень продуктивности коров линии Вис Бэк Айдиал, полученных при внутрилинейном подборе, достигается при содержании их беспривязно-боксовым способом, а при межлинейном подборе – при сочетании линий Вис Бэк Айдиал х Силинг Трайджун Рокит – 9857,45 кг. При внутрилинейном подборе коров линий Монтвик Чифтейн наилучший результат по удою получен при беспривязно-боксовом способе содержания – 9064,75 кг, а при межлинейном подборе линии Монтвик Чифтейн лучшие результаты по удою получены при подборе к коровам линии Вис Бэк Айдиал при беспривязно-боксовом способе содержания – 9331,76 кг. Удой коров за 305 дней максимальной лактации при беспривязно-боксовом способе содер-

жания при внутрилинейном подборе линии Рефлекшн Соверинг – 10 184,85 кг, что больше удоя коров, полученных при межлинейном подборе, на 326,05–643,68 кг.

По результатам оценки молочной продуктивности коров при разных коэффициентах линейности при разведении животных линии Вис Бэк Айдиал необходимо ориентироваться на показатель коэффициента линейности от 62,5 до 100,0 %, так как наблюдается увеличение удоя. У линии Монтвик Чифтейн наилучший результат был при межлинейном подборе с коэффициентом линейности 25,0 % – 9105,2 кг, у линии Рефлекшн Соверинг – при коэффициенте линейности 62,5 % (9643,8 кг).

Список источников

1. Бургомистрова О. Н., Хромова О. Л. Эффективность подбора с учетом коэффициента линейности в популяции черно-пестрой породы // Молочнохозяйственный вестник. 2022. № 2 (46). С. 53–68. DOI 10.52231/2225-4269_2021_3_53.

2. Исупова Ю. В. Оценка эффективности использования коров при разных способах содержания // Технологические тренды устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной году науки и технологии в России, 24–26 февр. 2021 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. Т. II. С. 33–37.

3. Мартынова Е. Н., Нагорная О. М. Молочная продуктивность коров разного генотипа в зависимости от способа содержания // Актуальные аспекты повышения племенных и продуктивных качеств животных: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения кандидата сельскохозяйственных наук, доцента кафедры частного животноводства А. П. Степашкина, Ижевск, 25 октября 2022 года. Ижевск: УдГАУ, 2022. С. 119–123.

4. Молочная продуктивность дочерей быков-производителей голштинской породы разных линий / А. И. Любимов, Е. Н. Мартынова, Г. В. Азимова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 262–265.

5. Уткина О. С., Ачкасова Е. В. Качество и технологические свойства молока коров разного происхождения // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (73). С. 29–35. DOI 10.48012/1817-5457_2023_1_29-35.

6. Эффективность использования нового показателя – коэффициента линейности – для оценки популяции айрширской породы скота / С. Е. Тяпугин, Н. И. Абрамова, О. Н. Бургомистрова [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 5. С. 25–27.

7. Якимова В. Ю., Мартынова Е. Н. Влияние линейной принадлежности и методов подбора на молочную продуктивность коров-рекордисток в хозяйствах Удмуртской Республики // Интеграционные взаимодействия молодых ученых в развитии аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых, в 3 т., 04–05 декабря 2019 г. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. Т. II. С. 201–208.

References

1. Burgomistrova O. N., Hromova O. L. Effektivnost' podbora s uchetom koefficienta lineynosti v populyacii cherno-pestroj porody // Molochnohozyajstvennyj vestnik. 2022. № 2 (46). S. 53–68. DOI 10.52231/2225-4269_2021_3_53.

2. Isupova Yu. V. Ocenka effektivnosti ispol'zovaniya korov pri raznyh sposobah sodержaniya // Tekhnologicheskie trendy ustojchivogo funkcionirovaniya i razvitiya APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj godu nauki i tekhnologii v Rossii, 24–26 fevr. 2021 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2021. T. II. S. 33–37.

3. Martynova E. N., Nagornaya O. M. Molochnaya produktivnost' korov raznogo genotipa v zavisimosti ot sposoba sodержaniya // Aktual'nye aspekty povysheniya plemennyh i produktivnyh kachestv zhivotnyh: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk, docenta kafedry chastnogo zhivotnovodstva A. P. Stepashkina, Izhevsk, 25 oktyabrya 2022 goda. Izhevsk: UdGAU, 2022. S. 119–123.

4. Molochnaya produktivnost' docherej bykov-proizvoditelej golshtinskoj porody raznyh linij / A. I. Lyubimov, E. N. Martynova, G. V. Azimova [i dr.] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 2 (88). S. 262–265.

5. Utkina O. S., Achkasova E. V. Kachestvo i tekhnologicheskie svoystva moloka korov raznogo proiskhozhdeniya // Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2023. № 1 (73). S. 29–35. DOI 10.48012/1817-5457_2023_1_29-35.

6. Effektivnost' ispol'zovaniya novogo pokazatelya – koefficienta lineynosti – dlya ocenki populyacii ajrshirskoj porody skota / S. E. Tyapugin, N. I. Abramova, O. N. Burgomistrova [i dr.] // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2015. № 5. S. 25–27.

7. Yakimova V. Yu., Martynova E. N. Vliyanie lineynoj prinadlezhnosti i metodov podbora na molochnyu produktivnost' korov-rekordistok v hozyajstvah Udmurtskoj Respubliki // Integracionnye vzaimodejstviya molodyh uchenykh v razvitiy agrarnoy nauki: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh, v 3 t., 04–05 dekabrya 2019 g. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2020. T. II. S. 201–208.

Сведения об авторах:

Е. Н. Мартынова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-6266-0942>;

Ю. В. Исупова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-3753-3188>;

О. М. Нагорная✉, аспирант, <https://orcid.org/0009-0005-2474-9125>

Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069

✉ olga.nagornaya5@gmail.com

Original article

ASSESSMENT OF IMPACT OF THE LINE AND SELECTION METHODS ON THE DAIRY PRODUCTIVITY OF COWS WITH DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS

Ekaterina N. Martynova, Yulia V. Isupova, Olga M. Nagornaya✉

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

✉ olga.nagornaya5@gmail.com

Abstract. *Line breeding is currently a key issue for increasing the dairy productivity of animals in breeding farms. The selection of animals for breeding plays an essential role in preserving and increasing qualitative economic and beneficial characteristics, which makes it possible to select the most valuable individuals for further breeding. The research purpose was to determine the effect of selection on the productive qualities of cows, taking into account their linear origin. The research was carried out on Holstein cows in the breeding plant of the Vavozhsky district of the Udmurt Republic of the agricultural complex "Kolos". The average age of the cows under study was 2.4 lactations. The study included the lines of Reflection Sovering, Vis Back Ideal and Montwick Chieftain. The research results revealed that the milk yield of cows of intraline selection was higher than with interline selection and amounted to 9322.5 kg. In case of intraline selection the Reflection Sovering line had the highest milk yield (9728.82 kg), and in case of interline selection the cross of Vis Beck Ideal x Reflection Sovering lines – 9359.42 kg. The Vis Back Ideal cows of the intraline selection had the best productivity result with a loose-cubicle keeping method, and in case of interline selection the cross of Vis Back Ideal x Seiling Tridejune Rocket lines had the best milk productivity – 9857.42 kg. The results of the evaluation of the dairy productivity of cows with different linearity coefficients in the process of breeding animals of the Vis Back Ideal line indicate that it is necessary to focus on the linearity coefficient from 62.5 % to 100 %, since there is an increase in productivity. The Montwick Chieftain line had the best result with an interline selection with a linearity coefficient of 25 % – 9105.2 kg. The cows of the Reflection Sovering line had the best productivity with a linearity coefficient of 62.5 % – 9643.8 kg.*

Key words: *cattle, line, intraline selection, interline selection, milk productivity, management method, linearity coefficient.*

For citation: *Martynova E. N., Isupova Yu. V., Nagornaya O. M. Assessment of impact of the line and selection methods on the dairy productivity of cows with different management systems. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 109-114. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_109-114.*

Authors:

E. N. Martynova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6266-0942>;

Yu. V. Isupova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3753-3188>;

O. M. Nagornaya✉, Postgraduate, <https://orcid.org/0009-0005-2474-9125>

Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

✉ olga.nagornaya5@gmail.com

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 10.04.2024; одобрена после рецензирования 15.05.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 10.04.2024; approved after reviewing 15.05.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 637.148.2

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_115-122

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОГО ДЕСЕРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Уткина Ольга Сергеевна¹✉, Васильева Марина Ивановна²,
Ачкасова Елена Валерьевна³, Бехтерева Полина Олеговна⁴

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

⁴Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Удмуртской Республики, Ижевск, Россия

¹utkinaolga1982@yandex.ru

Аннотация. С целью снижения негативного воздействия на организм вредных факторов окружающей среды необходимо вводить в рацион функциональные продукты питания. Определенный интерес представляет создание молочных десертов с функциональными ингредиентами, количество которых в таких продуктах должно быть от 10 до 50 % от суточной потребности. Нами разработаны технологии производства функциональных продуктов на основе молочного десерта «Сливки взбитые» в двух направленностях: седативного действия с использованием экстракта мяты и витаминного премикса, а также антиоксидантного действия с использованием морковного экстракта и сублимированного манго. Исследования проводились по следующим этапам: подбор ингредиентов для разрабатываемого продукта, выработка опытных образцов; проведение расчетов по содержанию витаминов в опытных образцах молочного десерта, оценка качества готового продукта. Опытные образцы десерта были произведены по классической технологии, но с учетом технологических свойств добавляемых компонентов. Экстракт мяты и витаминный премикс вносили в сливки после их пастеризации и охлаждения, чтобы водорастворимые витамины не разрушались под действием высокой температуры, экстракт моркови и сублимированное манго вносили в сливки до пастеризации, чтобы наполнители также прошли термообработку, так как витамины А и Е являются термоустойчивыми. В функциональном молочном десерте «Сливки взбитые» седативного действия в наибольшем количестве содержались витамины В₁ – 17,44 % и В₁₂ – 10,50 %, а в молочном десерте антиоксидантного действия больше всего было витамина А – 12,80 % от суточной потребности. Разработанные продукты по органолептическим и физико-химическим показателям соответствовали существующим требованиям, а также получили высокие баллы при дегустационной оценке. Это говорит о том, что продукт будет пользоваться спросом у покупателей.

Ключевые слова: функциональный продукт, функциональный ингредиент, молочный десерт, экстракт моркови, сублимированное манго, экстракт мяты, витаминный премикс.

Для цитирования: Технология производства молочного десерта функционального направления / О. С. Уткина, М. И. Васильева, Е. В. Ачкасова, П. О. Бехтерева // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 115-122. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_115-122.

Актуальность. В настоящее время многие стремятся к здоровому образу жизни, но из-за постоянных стрессов, нерегулярного питания, загрязнения окружающей среды осуществить данное стремление в полной мере оказывается не всегда возможным. Чтобы снизить негативное воздействие на организм вредных факторов окружающей среды, необходимо вводить в свой рацион функциональные продукты питания. Для создания таких продуктов за основу лучше всего брать традиционные продукты, при этом обогащать их различными функциональными ингредиентами [1, 8, 10].

Функциональные продукты – это продукты, предназначенные для систематическо-

го употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в их составе функциональных пищевых ингредиентов. Продукт можно назвать функциональным, если содержание функционального ингредиента в нем составляет от 10 до 50 % от суточной потребности человека [3].

Целью нашей работы было создание функционального продукта на основе молочного десерта «Сливки взбитые» путем добавления растительных компонентов и витаминного премикса.

Для реализации данной цели были поставлены следующие **задачи**: подобрать ингредиенты для функционального продукта на основе десерта «Сливки взбитые»; выработать опытные образцы продукта; провести расчеты по содержанию витаминов в опытных образцах молочного десерта; оценить качество готового продукта.

Материал и методы исследований. Нами было принято решение разработать технологии функциональных десертов двух направленностей: молочный десерт «Сливки взбитые» седативного действия и молочный десерт «Сливки взбитые» антиоксидантного действия.

Выбор разработки продукта седативного действия обусловлен тем, что десертная продукция на основе сливок, как носитель триптофана, оказывает расслабляющее и успокаивающее действие на организм. Дополнительное обогащение сливок функциональными компонентами седативного действия, такими как экстракт мяты и витамины группы В, позволит усилить данный эффект [1].

Причиной выбора молочного десерта «Сливки взбитые» антиоксидантной направленности является то, что его жировая составляющая может стать хорошей основой для обогащения жирорастворимыми витаминами, такими как А и Е, проявляющими мощные антиоксидантные свойства [1, 2].

Изначально десерт с антиокислительным эффектом был выработан в четырех вариантах, так как необходимо было определиться со вкусовыми предпочтениями потребителей. Эти образцы были сформированы с включением наполнителей: экстракта моркови, экстракта моркови и сублимированного манго, экстракта моркови и вкусоароматической добавки «Манго», экстракта моркови и вкусоароматической добавки «Апельсин». Выбор наиболее удачных образцов проводился путем дегустационного анализа.

Опытные образцы десерта «Сливки взбитые» были произведены по классической технологии, но с учетом технологических свойств добавляемых компонентов. По сравнению с исходной рецептурой в разработанных рецептурах снижено количество сахара, что также повышает функционал нового продукта.

Экспериментальные исследования возможности производства функционального продукта на основе взбитых сливок были проведены на кафедре «Технология переработки продуктов животноводства» Удмуртского ГАУ.

Количество функционального ингредиента в одной порции продукта в процентах от средней суточной потребности человека в данном ингредиенте рассчитывали с использованием справочных данных, приведенных в методических рекомендациях [6].

Оценка качественных характеристик молочного десерта производилась согласно ТУ 10.51.12-041-00437913-2018 Десерт молочный «Сливки взбитые». Из физико-химических показателей оценивали титруемую кислотность (ГОСТ 3624-92), активную кислотность (с помощью рН-метр testo-206-pH2); наличие пероксидазы (ГОСТ 3623-2015), содержание жира определено расчетным методом, исходя из массовой доли жира компонентов. Дегустационную оценку опытных образцов проводили по 5-балльной шкале, при этом оценивались такие показатели, как внешний вид и консистенция, цвет, вкус и запах.

Результаты исследования. Технологический процесс производства взбитых сливок, несмотря на разнообразие их видов, складывается из ряда общепринятых операций: приемка и подготовка сырья, нормализация сливок, пастеризация, гомогенизация и охлаждение сливок, взбивание во фризере, упаковывание, маркирование, хранение и транспортирование. В наших исследованиях взбитые сливки производили по ТУ 10.51.12-041-00437913-2018 Десерт молочный «Сливки взбитые», которые позволяют использовать в производстве данного продукта наполнители, пищевые и биологически активные добавки.

Основным сырьем для производства десерта «Сливки взбитые» являются сливки с массовой долей жира 30 %. Дополнительное сырье представлено водой, необходимой для нормализации сливок до массовой доли жира 19,5 %, желатином, используемым в качестве загустителя и стабилизатора консистенции, сахарным песком и ванилином для формирования вкуса, а также сорбатом калия – консервирующим агентом.

Рецептура молочного десерта «Сливки взбитые» представлена в таблице 1.

На рисунке 1 изображена схема производства молочного десерта «Сливки взбитые».

При производстве функционального продукта на основе десерта «Сливки взбитые» использовались дополнительные ингредиенты, что потребовало изменения некоторых технологических режимов его производства.

Были разработаны один образец функционального продукта седативного действия

с добавлением экстракта мяты и витаминного премикса и четыре образца функционального продукта антиоксидантного действия.

Таблица 1 – **Рецептура молочного десерта «Сливки взбитые» с массовой долей жира 19,5 %, на 100 кг продукта**

Компонент	Количество, кг	Количество жира, %
Сливки с массовой долей жира 30 %	65,00	19,5
Вода	19,18	–
Сахар-песок	14,21	–
Желатин пищевой	1,50	–
Сорбат калия	0,10	–
Ванилин	0,01	–
Итого	100,00	19,5

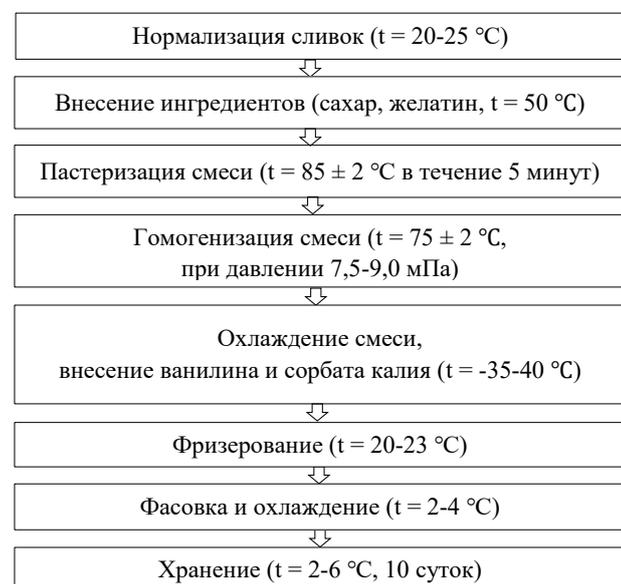


Рисунок 1 – **Технология производства молочного десерта «Сливки взбитые»**

Для того чтобы выбрать, какой образец понравится потребителям, была проведена дегустация. По результатам испытаний выяснили, что наибольший балл набрал десерт с добавлением экстракта мяты и витаминного премикса – 19,4 балла, далее экстракт моркови – 18,18 балла и экстракт моркови + порошок манго – 17,9 балла. Минимальное количество баллов набрали десерты с добавлением ароматизаторов, поэтому решили исключить их из дальнейших этапов разработки функционального продукта.

В продукте седативного действия экстракт мяты функционирует как успокоительное средство при сердцебиении, депрессии и бессоннице, а также снимает напряжение и головную боль [4, 7].

Также в экстракте содержится ментол, который, в свою очередь, оказывает противомикробное действие, дает противовоспалительный эффект, оказывает успокаивающие действие на нервную систему, а также уменьшает симптомы мигрени [5].

Второй компонент, который вносили для производства функционального молочного десерта «Сливки взбитые» седативного действия – это комплексная пищевая добавка «Премикс витаминный».

Комплексная пищевая добавка «Премикс витаминный» DEL'AR, произведенная в ГК «СОЮЗСНАБ», представляет собой порошкообразную смесь, в которой допускается наличие комочков, рассыпающихся при легком надавливании. Витаминный премикс предназначен для производства молока обогащенного, кисломолочных обогащенных продуктов, а также для продуктов переработки молока. Витаминная смесь содержит витамины: С, В₁, В₂, В₅, В₆, В₁₂, В₉. Комплекс этих витаминов помогает усваивать микро- и макроэлементы, оказывает иммуностимулирующее действие, поддерживает гормональный баланс, защищает организм от анемии, помогает справиться со стрессами и нагрузками, поддерживает работу пищеварительной, нервной, сердечно-сосудистой систем.

Таким образом, ментол и витамины, которые вносятся в образец «Сливки взбитые» седативного действия, будут оказывать успокаивающее влияние на нервную систему и в целом поддерживать иммунитет организма.

Технология производства сливок функционального действия практически не отличается от классической. Экстракт мяты и витаминный премикс вносили в сливки после их пастеризации и охлаждения, чтобы водорастворимые витамины не разрушались под действием высокой температуры. Перед внесением упаковку с ингредиентами необходимо обработать спиртом, после внесения упаковку хорошо закрыть и хранить в холодильнике при температуре 4±2 °С, строго соблюдая сроки хранения.

Таким образом, технология производства функционального продукта «Сливки взбитые» седативного действия включает следующие этапы: сливки нагревают до 50 °С и вносят ингредиенты: сахар и желатин, предварительно разведенные в холодной воде; полученную смесь пастеризуют при температуре 85±2 °С в течение 5 минут; далее ее охлаждают до температуры 35–40 °С и при этой температуре вносят экстракт мяты и витаминный

премикс; после внесения компонентов смесь охлаждают до 20–23 °С и взбивают; взбитую смесь отправляют на фасовку, и далее охлаждение от 0 до 4 °С.

Для приготовления функционального продукта седативного действия разработали рецептуру, которая представлена в таблице 2.

Они перехватывают образовавшиеся в результате стресса или нарушения обменных реакций свободные радикалы (тяжелые металлы, бензапирен, оксид азота, оксид углерода, перекиси и др.) и не позволяют им оказывать разрушающее действие на клеточные структуры и биологически активные молекулы.

Таблица 2 – Рецепттура молочного десерта «Сливки взбитые» с экстрактом мяты и витаминным премиксом

Компонент	Количество, кг	Количество витаминов, мг						
		С	В ₁	В ₆	В ₉	В ₁₂	РР	ментол
Сливки с массовой долей жира 30 %	66	330,00	422,4	-	19,80	-	-	13,20
Вода	23,4	-	-	-	-	-	-	-
Сахар-песок	8	-	-	-	-	-	-	-
Желатин пищевой	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Сорбат калия	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Витаминный комплекс	0,3	27,00	0,69	2,73	0,90	0,09	0,45	8,10
Экстракт мяты	0,7	93,10	0,55	11,48	1,11	0,74	0,00	6,64
Итого	100,00	450,10	423,60	14,20	21,80	0,80	0,50	27,90

Далее рассчитали, какая будет обеспеченность витаминами относительно суточной нормы в функциональном продукте седативного действия при потреблении одной порции десерта (70 г). Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Количество витаминов от суточной нормы в функциональном продукте седативного действия

Количество от суточной потребности, %						
С	В ₁	В ₅	В ₆	В ₉	В ₁₂	ментол
0,45	17,44	0,20	0,76	0,14	10,50	-

Можно сделать вывод, что в наибольшем количестве в этом десерте содержатся витамины В₁ – 17,44 % и В₁₂ – 10,50 %, что подтверждает функциональность молочного десерта по данным компонентам.

Второй разрабатываемый нами вид функционального молочного десерта – «Сливки взбитые» антиоксидантного действия. Для его приготовления мы использовали экстракт моркови (производство ООО «СТОИНГ») и сублимированное манго (измельченное). Оба ингредиента содержат большое количество витаминов А и Е.

Ретинол (витамин А) и токоферолы (витамин Е) являются мощными антиоксидантами.

Экстракт моркови содержит в большом количестве каротин – 12 мг, витамин А – 2 мг и витамин Е – 0,4 мг, а также витамины группы В, общее количество которых составляет 9,3 мг [6]. Добавление экстракта моркови будет способствовать укреплению иммунной системы, укреплению зубов и десен, заживлению ран и улучшению состояния кожи лица [9].

Второй компонент, вносимый в десерт, – это сублимированное манго (измельченное). Плоды манго обладают высокой пищевой ценностью, они содержат значительное количество макро- и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон, а продукты переработки манго могут рассматриваться как обогащающие добавки для продуктов питания. Манго помогает при профилактике работы сердечно-сосудистой системы, стабилизирует нервную систему, а также улучшает сон, снижает раздражительность, состояние усталости, подавленности, повышает иммунитет.

Сублимированное манго также содержит большое разнообразие компонентов, но в рамках исследования нас интересуют только витамин Е – 0,9 мг, витамин А – 0,054 мг и каротин – 0,073 мг [6].

Для молочного десерта «Сливки взбитые» с функциональными свойствами антиоксидантного действия были разработаны два образца: первый образец – с добавлением экс-

тракта моркови, второй образец – с добавлением экстракта моркови и сублимированного манго. Так как витамины А и Е являются липофильными и термостойкими, то целесообразно экстракт моркови и сублимированное манго вносить в сливки перед их пастеризацией, чтобы наполнители также прошли термообработку.

Технология производства молочного десерта «Сливки взбитые» антиоксидантного действия включает следующие этапы: сливки нагревают до 50 °С и вносят ингредиенты: сахар и желатин, предварительно разведенные в холодной воде, здесь же вносят экстракт моркови и сублимированное манго; полученную смесь пастеризуют при температуре 85±2 °С в течение 5 минут; далее смесь охлаждают до 20–23 °С и взбивают, взбитую смесь отправляют на фасовку и охлаждение от 0 до 4 °С. В таблице 4 представлена рецептура молочного десерта «Сливки взбитые» с экстрактом моркови.

Таблица 4 – Рецептура молочного десерта «Сливки взбитые» с экстрактом моркови

Компонент	Количество, кг	Количество витаминов, мг		
		А	каротин	Е
Сливки с массовой долей жира 30 %	65,4	42,58	19,65	196,50
Вода	19	-	-	-
Сахар-песок	7	-	-	-
Экстракт моркови	7	140,00	840,00	28,00
Желатин пищевой	1,5	-	-	-
Сорбат калия	0,1	-	-	-
Итого	100	182,58	859,65	224,50

В таблице 5 представлена рецептура молочного десерта «Сливки взбитые» с добавлением экстракта моркови и сублимированного манго.

Также провели расчеты по определению количества витаминов в функциональном продукте антиоксидантного действия на одну порцию (70 г) и процента этих витаминов от суточной нормы. Результаты приведены в таблице 6.

В обоих образцах содержится равное количество витамина А – 12,8 % от средней суточной потребности человека в этом витамине. Во втором образце несколько больше содержится витамина Е за счет добавления в десерт порошка манго.

Исходя из полученных данных, с уверенностью можно отметить, что разработанные

продукты являются функциональными, так как содержание функциональных ингредиентов в разовой порции десерта составляет от 10 до 50 % от суточной потребности человека. В функциональном молочном десерте «Сливки взбитые» седативного действия в наибольшем количестве содержатся витамины В₁ – 17,44 % и В₁₂ – 10,50 %, а в молочном десерте антиоксидантного действия в обоих образцах содержится равное количество витаминов А – 12,80 % от суточной потребности.

Таблица 5 – Рецептура молочного десерта «Сливки взбитые» с экстрактом моркови и сублимированным манго

Компонент	Количество, кг	Количество витаминов, мг		
		А	каротин	Е
Сливки с массовой долей жира 30 %	65,0	42,25	19,50	195,00
Вода	19,2	-	-	-
Сахар-песок	5,7	-	-	-
Экстракт моркови	7	140,00	840,00	28,00
Сублимированное манго	1,5	0,81	1,1	13,80
Желатин пищевой	1,5	-	-	-
Сорбат калия	0,1	-	-	-
Итого	100	183,06	860,59	236,80

Таблица 6 – Количество витаминов от суточной нормы в функциональном продукте антиоксидантного действия

Количество от суточной потребности, %		
А	каротин	Е
12,80	4,01	1,05–1,10

Что касается органолептических показателей образцов молочного десерта «Сливки взбитые», то все они имели однородную взбитую массу с консистенцией нежного желе, без наличия ощутимых частиц внесенных добавок.

Десерт с добавлением экстракта мяты и витаминного премикса имел молочно-мятный вкус и запах, в меру сладкий, а также был молочно-белого цвета.

Образец сливок с экстрактом моркови и манго имел более густую консистенцию по сравнению с другими образцами, так как манго содержит полисахариды и пищевые волокна. Этот десерт также имел молочно-морковно-манговый вкус и запах манго, был в меру сладкий. Морковный десерт имел молочно-морковный вкус, в меру сладкий и слабо ощу-

тимый морковный запах. Эти десерты имели светло-оранжевый цвет.

При анализе физико-химических показателей было выявлено, что титруемая кислотность образцов, при норме не более 20 °Т, была у десерта седативного действия 14 °Т, антиоксидантного с экстрактом моркови – 16 °Т и с экстрактом моркови и сублимированного манго – 20 °Т. Активная кислотность образцов составила 6,4–6,6 единиц, что также соответствовало стандарту. Анализ на наличие пероксидазы был отрицательным, значит, термическая обработка продукта была проведена эффективно.

При дегустации функционального десерта наибольший балл получил десерт с добавлением экстракта мяты и витаминным премиксом – 19,3 балла (рис. 2), примерно одинаковую оценку получили десерт с экстрактом моркови – 17,58 балла и десерт с экстрактом моркови и сублимированного манго – 17,4 балла.

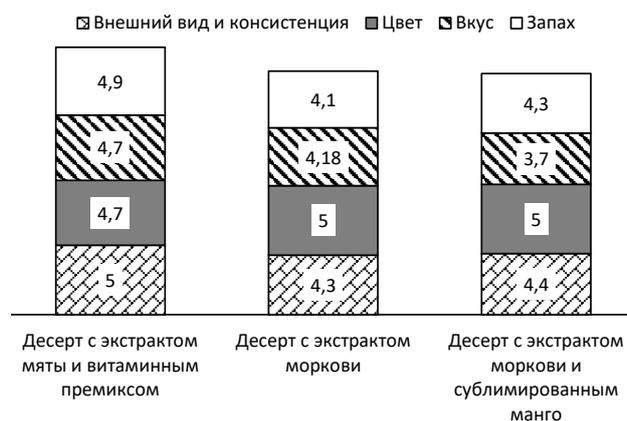


Рисунок 2 – Дегустационная оценка функционального десерта на основе молочного десерта «Сливки взбитые», баллы

Выводы. Продукты функционального питания приобретают все большее значение в современной системе питания человека. Определенный интерес представляет создание молочных десертов с функциональными ингредиентами.

Разработана технология производства молочного десерта «Сливки взбитые» седативного действия с экстрактом мяты и витаминным премиксом, который является функциональным по витамину В₁ – его содержание в продукте составляет 17,44 %, и по витамину В₁₂ – 10,50 % от суточной потребности в данных витаминах.

Также разработаны технологии молочных десертов «Сливки взбитые» с экстрактом моркови и экстрактом моркови и сублимирован-

ным манго, которые являются функциональными по содержанию витамина А (12,8 % от суточной потребности). Благодаря данному витамину десерт будет обладать антиоксидантным действием.

Функциональные десерты по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют существующим требованиям, а также имеют высокие баллы дегустационной оценки, это говорит о том, что продукт будет пользоваться спросом у покупателей.

Список источников

- Бехтерева П. О. Разработка функционального продукта на основе молочного десерта «сливки взбитые» // Научные труды студентов Ижевской ГСХА: сборник статей / Отв. за выпуск Н. М. Итешина. Том 1 (16). Ижевск: УдГАУ, 2023. С. 527–531.
- Ботанико-фармакогностический словарь: справочное пособие / К. Ф. Блинова [и др.]; под ред. К. Ф. Блиновой, Г. П. Яковлева. Москва: Высш. шк., 1990. С. 191.
- ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения (с Изменением № 1): дата введения 2006–07-01. Москва: Изд-во стандартов.
- Васильева М. И., Уткина О. С. Использование новых пищевкусовых компонентов в производстве мороженого // Технологии и продукты здорового питания: материалы XII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 17–18 дек. 2020 г. Саратов, 2021. С. 96–100.
- Исмаилова С. В. Производные ментола в составе экстрактов мяты // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2022. № 3 (64). С. 157–165.
- Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: методические рекомендации. Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 46 с.
- Сажина Н. Н., Мисин В. М., Короткова Е. И. Исследование антиоксидантных свойств водного экстракта мяты электрохимическими методами // Фундаментальная медицина: журнал «Химия растительного сырья». Москва, 2010. С. 23–25.
- Уткина О. С. Функциональный напиток на основе молочной сыворотки // Научные разработки и инновации в решении стратегических задач агропромышленного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Ижевск, 15–18 февраля 2022 года. Том II. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2022. С. 115–118.
- Шершнева Е. В., Рудаков О. Б., Болотов В. М. Влияние различных факторов на кинетику термоокисления экстрактов каротиноидов из корнеплодов моркови // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 1998. № 4 (245). С. 41–43.

10. Achkasova E. V., Utkina O. S., Isupova Y. V. Influence of the age of the first insemination on the milk production of cows. E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022), Divnomorskoe village, Krasnodar region, Russia, 26.09 – 02.10.2022. Vol. 381.

References

1. Bekhtereva P. O. Razrabotka funktsional'nogo produkta na osnove molochnogo deserta «slivki vzbitye» // Nauchnye trudy studentov Izhevskoy GSKHA: sbornik statej / Otv. za vypusk N. M. Iteshina. Tom 1 (16). Izhevsk: UdGAU, 2023. S. 527–531.

2. Botaniko-farmakognosticheskij slovar': spravochnoe posobie / K. F. Blinova [i dr.]; pod red. K. F. Blinovoj, G. P. Yakovleva. Moskva: Vyssh. shk., 1990. S. 191.

3. GOST R 52349-2005 Produkty pishchevye. Produkty pishchevye funktsional'nye. Terminy i opredeleniya (s izmeneniyem № 1): data vvedeniya 2006–07-01. Moskva: Izd-vo standartov.

4. Vasil'eva M. I., Utkina O. S. Ispol'zovanie novykh pishchevuskovykh komponentov v proizvodstve morozhenogo // Tekhnologii i produkty zdorovogo pitaniya: materialy XII Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, 17–18 dek. 2020 g. Saratov, 2021. S. 96–100.

5. Ismajlova S. V. Proizvodnye mentola v sostave ekstraktov myaty // Vestnik Bashkirskogo gosudarst-

vennogo pedagogicheskogo universiteta im. M. Akmully. 2022. № 3 (64). S. 157–165.

6. Rekomenduemye urovni potrebleniya pishchevyh i biologicheski aktivnyh veshchestv: metodicheskie rekomendacii. Moskva: Federal'nyj centr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. 46 s.

7. Sazhina N. N., Misin V. M., Korotkova E. I. Issledovanie antioksidantnykh svoystv vodnogo ekstrakta myaty elektrohimicheskimi metodami // Fundamental'naya medicina: zhurnal «Himiya rastitel'nogo syr'ya». Moskva, 2010. S. 23–25.

8. Utkina O. S. Funktsional'nyj napitok na osnove molochnoj syvorotki // Nauchnye razrabotki i innovacii v reshenii strategicheskikh zadach agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. V 2-h tomah, Izhevsk, 15–18 fevralya 2022 goda. Tom II. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2022. S. 115–118.

9. Shershneva E. V., Rudakov O. B., Bolotov V. M. Vliyanie razlichnykh faktorov na kinetiku termookisleniya ekstraktov karotinoidov iz korneplodov morkovi // Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. 1998. № 4 (245). S. 41–43.

10. Achkasova E. V., Utkina O. S., Isupova Y. V. Influence of the age of the first insemination on the milk production of cows. E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022), Divnomorskoe village, Krasnodar region, Russia, 26.09 – 02.10.2022. Vol. 381.

Сведения об авторах:

О. С. Уткина^{1✉}, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-7459-7477>;

М. И. Васильева², кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-1778-9808>;

Е. В. Ачкасова³, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-3754-5288>;

П. О. Бехтерева⁴, главный специалист-эксперт отдела предоставления субсидий АПК

^{1,2,3}Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069

⁴Министерство сельского хозяйства и продовольствия

Удмуртской Республики, ул. В. Сивкова, 120, Ижевск, Россия, 426011

¹utkinaolga1982@yandex.ru

Original article

PRODUCTION TECHNOLOGY FOR THE FUNCTIONAL DAIRY DESSERT

Olga S. Utkina^{1✉}, **Marina I. Vasilyeva**², **Elena V. Achkasova**³, **Polina O. Bekhtereva**⁴

^{1,2,3}Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

⁴Ministry of Agriculture and Food Products of the Udmurt Republic, Izhevsk, Russia

¹utkinaolga1982@yandex.ru

Abstract. To reduce the negative impact of harmful environmental factors on the human body, it is necessary to introduce functional food products into the diet. Of particular interest is the creation of dairy desserts with functional ingredients, the amount of which in such products should be from 10 to 50 % of the daily requirement. We have developed technologies for the production of functional products based on the dairy dessert "Whipped Cream" in two directions: with a sedative effect using mint extract and a vitamin premix, as well as with an antioxidant effect using carrot extract and freeze-dried mango. The research was carried out in the following stages: selection of ingredients for the product being developed, development of prototypes; carrying out calculations on the content of vitamins in prototypes of dairy desserts, assessing the quality of the finished product. Experimental samples of

the dessert were produced using classical technology, but taking into account the technological properties of the added components. The mint extract and vitamin premix were added to the cream after pasteurization and cooling, so that water-soluble vitamins were not destroyed by high temperature, the carrot extract and freeze-dried mango were added to the cream before pasteurization, so that the fillers were also heat-treated, since vitamins A and E are heat-stable. The functional dairy dessert "Whipped Cream" with a sedative effect contained the greatest amount of vitamins B1 – 17.44 % and B12 – 10.50 %, and the dairy dessert with an antioxidant effect contained the most of vitamin A – 12.80 % of the daily requirement. The developed products met existing requirements in terms of organoleptic and physicochemical indicators, and also received high scores in the tasting assessment, which indicates that the product will be in demand among buyers.

Key words: functional product, functional ingredient, dairy dessert, carrot extract, freeze-dried mango, mint extract, vitamin premix.

For citation: Utkina O. S., Vasilyeva M. I., Achkasova E. V., Bekhtereva P. O. Production technology for the functional dairy dessert. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 115-122. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_115-122.

Authors:

O. S. Utkina^{1✉}, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-7459-7477>;

M. I. Vasilyeva², Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-1778-9808>;

E. V. Achkasova³, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-3754-5288>;

P. O. Bekhtereva⁴, Chief specialist-expert of the Department of agricultural subsidies

^{1,2,3}Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

⁴Ministry of Agriculture and Food Products of the Udmurt Republic, 120 V. Sivkova St., Izhevsk, Russia, 426011

¹utkinaolga1982@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 11.03.2024; одобрена после рецензирования 01.04.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 11.03.2024; approved after reviewing 01.04.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 636.37.083.37"324"(470.53)

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_122-127

АНАЛИЗ СОХРАННОСТИ ЯГНЯТ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ВЫРАЩИВАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Юдин Виталий Маратович^{1✉}, Хохлов Владимир Вячеславович²

¹Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

²ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, Пермь, Россия

¹vitaliyjudin@yandex.ru

Аннотация. Основным достоинством овец романовской породы является их многоплодие, полиэстричность и неприхотливость к условиям содержания. Проведенное исследование показало, что в условиях крупных овцеводческих предприятий сложно создать условия для поддержания высокого уровня сохранности молодняка при многоплодии овец. Анализ полученных результатов свидетельствует, что лучшими показателями сохранности и среднесуточными приростами массы тела обладают ягнята, рожденные в одноплодных и 2–3-плодных окотах. Сохранность ягнят в одноплодных окотах к отбивке в 60 дней составила 98 %, в 2–3-плодных окотах находилась на уровне 93 %. Показатели среднесуточного прироста массы тела ягнят к отбивке от матерей находились на уровне 141 г при од-

ноплодных окотах, 117 г при двойнях и 119 г при тройнях. Ягнята из окотов, многоплодие в которых составляло 4 ягненка и более, показали сохранность и приросты массы тела значительно ниже: 68 % при среднесуточном приросте на уровне 114 г. Ягнята, полученные при том же уровне многоплодия овец и выращиваемые с применением заменителя овечьего молока, имели сохранность на уровне 58 % и среднесуточный прирост массы тела 101 г. Ягнята, рожденные в числе 5 и выращиваемые под матерью, показали уровень сохранности 28 %, а прирост массы тела – 118 г/сут. Ягнята, полученные при том же уровне многоплодия, но выращиваемые с применением заменителя овечьего молока, имели сохранность 22 %, а среднесуточный прирост массы – 106 г. При уровне многоплодия 6 ягнят и выращивании под матерью сохранность составила 26 %, при среднесуточном приросте массы тела 118 г, выращивание ягнят из таких окотов с применением заменителя овечьего молока показало сохранность молодняка 22 %, при среднесуточном приросте 104 г. На основании проведенного исследования рекомендовано организовать селекционную работу, направленную на получение многоплодности овец на уровне 2–3 ягнят.

Ключевые слова: овцы романовской породы, многоплодие, сохранность ягнят, способы выращивания.

Для цитирования: Юдин В. М., Хохлов В. В. Анализ сохранности ягнят романовской породы при разных способах выращивания в зимний период в Пермском крае // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 122-127. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_122-127.

Актуальность. На территории Пермского края на сегодняшний день животноводство представлено такими направлениями, как скотоводство, свиноводство, кролиководство, коневодство, овцеводство и козоводство. При ведении промышленного животноводства важно производить продукцию, имеющую высокий уровень рентабельности. На рентабельность производства продукции животноводства значительное влияние оказывают показатели затрат и использования кормов, долголетие продуктивных животных, продуктивные показатели животных и сохранность молодняка.

На территории региона овцеводство представлено как крупными овцеводческими предприятиями, поголовье которых превышает 1000 голов овец, так и небольшими личными подсобными и фермерскими хозяйствами, поголовье в которых не превышает трехсот. В крупных овцеводческих предприятиях разводят овец романовской породы, завезенных в регион из племенных заводов Ярославской и Рязанской областей. Предпочтение романовской породе овец в Пермском крае отдается по причине их неприхотливости к условиям кормления и содержания, многоплодию, полиэстричности и приспособленности к местным климатическим условиям.

Романовская порода овец имеет шубное направление продуктивности, однако в Пермском крае животных этой породы разводят в основном для получения баранины. При грамотной организации романовского овцеводства от овцематок можно получать до 2 окотов в год, при этом овцематки способны принести до 6 ягнят за 1 окот. Многоплодие овец, несомненно, является достоинством данной породы, но овцематки не имеют способности выкармливать такое количество ягнят, а полученные ягнята имеют низкие показатели жи-

вой массы и сохранности. При малых формах ведения овцеводства проблема с кормлением ягнят решается путем подсаживания полученных ягнят к овцематкам с одним или двумя ягнятами, либо путем искусственного выкармливания ягнят из многоплодных окотов, но на овцефермах с большим поголовьем это не всегда возможно реализовать. На момент проведения исследования наиболее крупным овцеводческим предприятием региона было ООО «Ноев Ковчег», в котором на момент исследования содержалось более 1200 голов овец романовской породы [3–8].

Цель исследований – провести анализ сохранности ягнят, полученных при разных значениях многоплодия от овцематок романовской породы в зимний период в Пермском крае.

Материал и методы исследования. Исследование корреляции роста, развития и сохранности молодняка с разным уровнем многоплодия овцематок проводилось на поголовье овец романовской породы, содержащихся в ООО «Ноев Ковчег» Пермского района Пермского края. Исследование проводилось путем анализа данных о полученном приплоде, падеже и отбивке молодняка, результатах контрольного взвешивания ягнят. Учет показателей проводили по результатам зимнего окота овцематок старше 3 лет. Обработка статистических данных проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Office, Excel. Достоверной считали разницу при $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$.

Результаты и обсуждение. Для исследования были отобраны данные по 147 овцематкам двух линий в возрасте 3 года, из первого окота, полученного в данном хозяйстве, и результатам последней отбивки от них ягнят. Показатели овцематок, отобранных для исследования, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели овцематок, отобранных для исследования

Кол-во, гол.	Линия	Живая масса до покрытия, кг	Средний выход ягнят на 100 овцематок, гол.
68	1	58,3±3,2	239
79	2	57,1±4,1	242

Анализ данных последней отбивки показал, что средний выход ягнят на 100 овцематок в возрасте 3 года составил 240 ягнят, при этом наблюдалась неравномерность многоплодия. Анализ многоплодия выбранной группы овцематок показал, что 2 % овцематок родили по 6 ягнят, 3 % по 5 ягнят, 10 % по 4 ягненка, 20 % по 3 ягненка, 48 % по 2 ягненка и 17 % по 1 ягненку. Ягнят, полученных при многоплодных окотах, при возможности подсаживали к овцематкам, родившим по 1–2 ягненка, при отсутствии такой возможности на второй день после окота отсаживали от матери самых слабых, оставляя под ней по 3 ягненка. Отнятых ягнят размещали в отдельном обогреваемом помещении и кормили 5 раз в день свежеприготовленной смесью заменителя овечьего молока. Для проведения докорма ягнят на период массовых окотов в хозяйстве нанимали двух дополнительных рабочих. Контрольные взвешивания молодняка проводили при рождении, в возрасте 20 дней и отбивке от матерей в возрасте 60 дней (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели ягнят, полученных при разном уровне многоплодия овцематок

Многоплодие, гол.	Средняя масса ягнят при рождении, кг
1	2,9±0,27
2	2,4±0,44
3	2,1±0,41
4	1,9±0,39
5	1,8±0,31
6	1,6±0,22

Анализ взвешивания ягнят при рождении показал, что наиболее крупные ягнята, а соответственно и обладающие лучшей жизнеспособностью, получены от матерей, родивших от 1 до 2 ягнят. Наименьшие значения средней массы тела при рождении имели ягнята, полученные от овцематок, родивших по 6 ягнят. Ягнята из окотов, в которых получено по 1–3 ягненка, впоследствии выращивались под матерью, при многоплодии 4–6 ягнят под матерью

оставляли 2 ягненка, остальные отсаживались для дальнейшего выращивания с применением заменителя овечьего молока (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели развития ягнят в первые 20 дней жизни при выращивании под матерью

Многоплодие, гол.	Живая масса, кг	Прирост массы тела за 20 дней, кг	Среднесуточный прирост, г	Сохранность, %
1	4,3±0,43	1,4±0,31	70±2,1	100
2	3,7±0,38	1,3±0,35	65±3,2	100
3	3,2±0,41	1,1±0,29	55±3,2	98
4	3,0±0,19	1,1±0,24	55±2,1	71
5	2,9±0,31	1,1±0,33	55±1,8	34
6	2,7±0,41	1,1±0,35	55±2,0	30

В первые 20 дней жизни ягненка его рост и развитие напрямую зависят от молочности овцематок, в связи с чем в этом возрасте было проведено контрольное взвешивание ягнят. При проведении контрольного взвешивания ягнят установлено, что лучшие интенсивность роста и сохранность имели ягнята, рожденные в малоплодных окотах, в которых родилось от 1 до 3 ягнят. Ягнята, полученные в числе 4–6, показали несколько меньший прирост массы тела, при этом их сохранность была значительно ниже, что может быть объяснено низкой массой ягнят при рождении (табл. 4).

Таблица 4 – Показатели развития ягнят в первые 20 дней жизни при выкармливании заменителем овечьего молока

Многоплодие, гол.	Живая масса, кг	Прирост массы тела за 20 дней, кг	Среднесуточный прирост, г	Сохранность, %
4	2,8±0,31	0,9±0,31	45,0±2,2	45
5	2,7±0,23	0,9±0,43	45,0±1,1	23
6	2,6±0,32	1,0±0,25	50,0±3,4	15

Ягнята, полученные от многоплодных овцематок и переведенные на второй день жизни на выкармливание с использованием заменителя овечьего молока, имели низкий уровень роста, развития и сохранности. Это может объясняться низкими показателями живой массы при рождении. Помимо низкой массы тела, существенное влияние на рост и сохранность ягнят могли повлиять периодичность кормления и возможные ошибки при выпаивании

смеси. В первую неделю жизни ягнят при искусственном выкармливании необходимо проводить кормление не реже 1 раза в 2,5 часа, что соответствует 6–7 кормлениям в день, тогда как на данном предприятии применялось 5 кормлений в день.

Всего за период зимних окотов на искусственном выкармливании находилось 198 ягнят из многоплодных окотов, в том числе 22 ягненка из анализируемой группы. Средние показатели сохранности молодняка при выращивании с использованием заменителя овечьего молока на данном предприятии находятся на крайне низком уровне 37 %, что является нерентабельным.

Завершающим этапом исследования явилась оценка молодняка овец романовской породы в возрасте 60 дней, при проведении отбивки. Согласно данным, представленным в таблице 5, лучшими показателями прироста массы тела и сохранностью обладали ягнята, рожденные в одноплодных окотах, их среднесуточный прирост массы тела составил 141 г, а сохранность – 98 %. Несколько ниже сохранность наблюдалась у молодняка, полученного в числе двоен и троен, она находилась на уровне 93 %, но при этом приросты массы тела были ниже в сравнении с ягнятами из одноплодного окота на 17 % у двоен и 16 % у троен. Наименьшие показатели сохранности наблюдались у ягнят из многоплодных окотов: так, ягнята, рожденные в числе 4, имели уровень сохранности 68 %, рожденные в числе 5 – 28 %, в числе 6 – 26 %.

Таблица 5 – Результаты отбивки ягнят от матерей в возрасте 60 дней

Мно-гопло-дие, гол.	Живая масса, кг	Прирост массы тела за 60 дней, кг	Среднесуточный прирост, г	Сохранность, %
1	11,35±0,34	8,45±0,45	141,0±2,8	98,0
2	9,42±0,38	7,02±0,44	117,0±3,8	93,0
3	9,23±0,41	7,13±0,35	119,0±3,6	93,0
4	8,75±0,19	6,85±0,47	114,0±2,8	68,0
5	8,88±0,31	7,08±0,52	118,0±2,9	28,0
6	8,65±0,41	7,05±0,75	118,0±2,3	26,0

Анализ показателей выращивания ягнят из многоплодных окотов, отнятых от матери на вторые сутки жизни, показал крайне низкие значения сохранности и прироста массы тела. Так, согласно данным таблицы 6, ягнята, полученные в числе 4, имели среднесуточные

прироста массы тела 101 г, что ниже в сравнении с их сверстниками, выращиваемыми под матерью, на 11 %, при этом сохранность находилась лишь на уровне 58 %, что также ниже в сравнении с ягнятами, выращиваемыми под матерью, на 15 %. Ягнята, рожденные в числе 5, при выращивании с заменителем овечьего молока показали среднесуточные приросты массы тела на 10 % меньше, а сохранность на 6 % ниже в сравнении со сверстниками, содержащимися под матерью. Ягнята, рожденные в числе 6 и выращенные с использованием заменителя овечьего молока, показали среднесуточные привесы ниже на 11 %, а сохранность ниже на 4 % в сравнении с ягнятами, содержащимися под матерью.

Таблица 6 – Результаты выращивания ягнят при искусственном выкармливании в возрасте 60 дней

Мно-гопло-дие, гол.	Живая масса, кг	Прирост массы тела за 60 дней, кг	Среднесуточный прирост, г	Сохранность, %
4	7,95±0,38	6,05±0,41	101±2,7	58
5	8,15±0,24	6,35±0,68	106±1,1	22
6	7,88±0,68	6,28±0,75	104±1,3	22

Выводы. Проведенное исследование по выращиванию ягнят романовской породы, полученных при разных значениях многоплодия овцематок, показало, что лучшей сохранностью обладают ягнята, рожденные в числе 1–3, их сохранность варьирует в пределах 93–98 % при среднесуточном приросте массы тела 117–141 г/сут. Ягнята, рожденные в числе 4–6 и выращенные под матерью, обладают схожей интенсивностью роста с ягнятами из менее многоплодных окотов, но сохранность при этом находится на уровне 26–68 %. Применение технологии искусственного выкармливания ягнят, полученных при многоплодных окотах, с использованием заменителей овечьего молока показало низкий уровень сохранности молодняка на уровне 22–58 % и низкий показатель прироста массы тела в пределах 101–106 г/сут. На основании проведенного исследования можно судить о том, что при ведении романовского овцеводства в условиях крупного хозяйства целесообразно селекционную работу направить на получение 2–3 ягнят за один окот, что позволит получать хорошее жизнеспособное потомство. Получение многоплодных окотов, количество ягнят в которых больше 3, в условиях промышленного овцеводства

в Пермском крае является неэффективным по причине низкого уровня сохранности молодняка и высоких физических и финансовых затрат.

Список источников

1. Ерохин А. И., Карасев Е. А., Ерохин С. А. Романовская порода овец: состояние, совершенствование, использование генофонда: монография. Москва: Росинформагротех, 2005. 329 с.

2. Двалишвили В. Г. Романовская порода овец, методы повышения мясной продуктивности // Сельскохозяйственный журнал. 2017. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/romanovskaya-poroda-ovets-metody-povysheniya-myasnoy-produktivnosti> (дата обращения: 19.04.2024).

3. Двалишвили В. Г., Лоптев П. Е. Эффективность скрещивания романовских маток с баранами эдильбаевской породы // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-skreschivaniya-romanovskih-matok-s-baranami-edilbaevskoy-porody> (дата обращения: 19.04.2024).

4. Костылев М. Н., Барышева М. С., Хуртина О. А. Молочная продуктивность овец романовской породы // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2015. № 4 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-ovets-romanovskoy-porody> (дата обращения: 19.04.2024).

5. Дмитриева Т. О. Некоторые результаты скрещивания овец романовской породы и катадин // МНИЖ. 2021. № 9-1 (111). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-rezultaty-skreschivaniya-ovets-romanovskoy-porody-i-katadin> (дата обращения: 19.04.2024).

6. Пушкарев М. Г. Развитие овцеводства в Удмуртии // Сельскохозяйственный журнал. 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-ovtsevodstva-v-udmurtii> (дата обращения: 01.03.2024).

7. Пушкарев М. Г. Воспроизводительные и продуктивные качества овец романовской породы при выращивании в условиях Удмуртии // Пермский аграрный вестник. 2019. № 4 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosproizvoditelnye-i-produktivnye-kachestva-ovets-romanovskoy-porody-pri-vyraschivanii-v-usloviyah-udmurtii> (дата обращения: 19.04.2024).

8. Филинская О. В. Продуктивность овец романовской породы разных линий // Вестник нау-

ки и образования Северо-Запада России. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-ovets-romanovskoy-porody-raznyh-linij> (дата обращения: 19.04.2024).

References

1. Erohin A. I., Karasev E. A., Erohin S. A. Romanovskaya poroda ovec: sostoyanie, sovershenstvovanie, ispol'zovanie genofonda: monografiya. Moskva: Rosinformagrotekh, 2005. 329 s.

2. Dvalishvili V. G. Romanovskaya poroda ovec, metody povysheniya myasnoj produktivnosti // Sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2017. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/romanovskaya-poroda-ovets-metody-povysheniya-myasnoy-produktivnosti> (data obrashcheniya: 19.04.2024).

3. Dvalishvili V. G., Loptev P. E. Effektivnost' skreschivaniya romanovskih matok s baranami edil'baevskoy porody // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-skreschivaniya-romanovskih-matok-s-baranami-edilbaevskoy-porody> (data obrashcheniya: 19.04.2024).

4. Kostylev M. N., Barysheva M. S., Hurtina O. A. Molochnaya produktivnost' ovec romanovskoy porody // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. 2015. № 4 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/molochnaya-produktivnost-ovets-romanovskoy-porody> (data obrashcheniya: 19.04.2024).

5. Dmitrieva T. O. Nekotorye rezul'taty skreschivaniya ovec romanovskoy porody i katadin // MNIZH. 2021. № 9-1 (111). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-rezultaty-skreschivaniya-ovets-romanovskoy-porody-i-katadin> (data obrashcheniya: 19.04.2024).

6. Pushkarev M. G. Razvitie ovcevodstva v Udmurtii // Sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2012. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-ovtsevodstva-v-udmurtii> (data obrashcheniya: 01.03.2024).

7. Pushkarev M. G. Vosproizvoditel'nye i produktivnye kachestva ovec romanovskoy porody pri vyrashchivanii v usloviyah Udmurtii // Permskij agrarnyj vestnik. 2019. № 4 (28). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vosproizvoditelnye-i-produktivnye-kachestva-ovets-romanovskoy-porody-pri-vyraschivanii-v-usloviyah-udmurtii> (data obrashcheniya: 19.04.2024).

8. Filinskaya O. V. Produktivnost' ovec romanovskoy porody raznyh linij // Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii. 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-ovets-romanovskoy-porody-raznyh-linij> (data obrashcheniya: 19.04.2024).

Сведения об авторах:

В. М. Юдин^{1✉}, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-9976-2029>;

В. В. Хохлов², кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель начальника кафедры зоотехнии, <https://orcid.org/0000-0007-7539-7400>

¹Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 11, Ижевск, Россия, 426069

²ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России, ул. Карпинского, 125, Пермь, Россия, 614012

[✉]vitaliyudin@yandex.ru

Original article

ANALYSIS OF THE LAMBS SURVIVABILITY OF ROMANOV BREED UNDER DIFFERENT BREEDING METHODS IN THE PERM REGION IN WINTER

Vitaliy M. Yudin¹✉, Vladimir V. Khokhlov²¹Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia²Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Perm, Russia¹vitaliyudin@yandex.ru

Abstract. *The advantages of Romanov sheep are their prolificacy, polyestricity, and tolerance to the keeping conditions. The conducted research has shown that in the conditions of large sheep breeding enterprises it is difficult to create conditions for maintaining a high level of survivability of young animals at multiple lambing. The analysis of the results shows that lambs born in single- and 2–3-fetus lambings have the best indicators of survivability and average daily body weight gains. The survivability of lambs in single-fetus lambings with weaning in 60 days was 98 %, in 2–3-fetus lambings it was at the level of 93 %. The average daily body weight gain of lambs at the time of weaning from ewes was at the level of 141 g for single-fetus lambings, 117 g for twin lambings and 119 g for triple lambings. Lambs of the 4-fetus and more lambings showed survivability and body weight gains significantly lower: 68 % with an average daily increase of 114 g. Lambs born at the same level of sheep fertility and raised with the ewe's milk substitute had a survivability level of 58 % and an average daily body weight gain of 101 g. Lambs born in 5-fetus lambings and raised under their ewes showed a survivability level of 28 %, and a body weight gain of 118 g/day. Lambs born at the same level of multiple lambing, but grown with the use of ewe's milk substitute had survivability of 22 %, and an average daily weight gain of 106 g. At the level of multiple lambing of 6 lambs and growing under the ewe, the survivability remained 26 %, with an average daily increase in body weight of 118 g, growing lambs from such lambings with the use of ewe's milk substitute showed the survivability of young animals of 22 %, with an average daily increase of 104 g. Based on the conducted research, it is recommended to organize breeding work aimed at obtaining a prolificacy of ewes at the level of 2–3 lambs.*

Key words: Romanov sheep, prolificacy, the survivability of lambs, breeding methods.

For citation: Yudin V. M., Khokhlov V. V. Analysis of the lambs survivability of Romanov breed under different breeding methods in the Perm region in winter. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 122-127. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_122-127.

Authors:

V. M. Yudin¹✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9976-2029>;

V. V. Khokhlov², Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Head of the Department of Animal Science, <https://orcid.org/0009-0007-7539-7400>

¹Udmurt State Agricultural University, 11 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

²Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, 125 Karpinskogo St., Perm, Russia, 614012

¹vitaliyudin@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 01.04.2024; одобрена после рецензирования 05.04.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 01.04.2024; approved after reviewing 05.04.2024; accepted for publication 28.05.2024.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЗЕРНОВОЙ ПАТОКИ С ТРУБЧАТЫМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕМ

Булатов Сергей Юрьевич✉, Семенов Сергей Вячеславович

ГБОУ ВО НГИЭУ, Княгинино, Россия

✉ bulatov_sergey_urevich@mail.ru

Аннотация. На сегодняшний день интенсивно развиваются технологии переработки зерна с помощью ферментов в жидкие корма (зерновая патока), которые обладают высоким содержанием сахара. Для производства таких кормов применяются специальные установки. Но для получения более равномерного состава патоки, интенсификации процесса ее производства необходимы дополнительные операции по измельчению зерна, либо добавление в состав установок дополнительных измельчающих устройств. В работе рассмотрена актуальная задача по оценке рабочих параметров установки для приготовления зерновой патоки с трубчатым измельчителем. Исследования разработанной установки проводились в научно-исследовательской лаборатории ГБОУ ВО НГИЭУ в два этапа. На первом оценивали работу установки без трубчатого измельчителя. На втором рассматривали влияние диаметров отверстий решетки трубчатого измельчителя. Оценку эффективности работы установки проводили по энергетическим затратам и качеству патоки. Энергетическую эффективность оценивали через удельные энергозатраты, а качество патоки оценивали по количеству целых зерен в пробе. В результате исследований установлено, что приготовление пшеничной патоки лучше осуществлять с применением цилиндрической решетки, диаметр отверстий которой составляет 6 мм. В этом случае время процесса приготовления 100 л патоки составляет 30 мин, удельные энергозатраты – 34,3 кВт·ч/л, а средняя потребляемая мощность – 5,1 кВт. Для приготовления ячменной патоки рациональнее применять цилиндрическую решетку, диаметр отверстий которой составляет 8 мм. В этом случае время процесса приготовления 100 л патоки составляет 37,5 мин, удельные энергозатраты – 39,3 кВт·ч/л, а средняя потребляемая мощность – 4,7 кВт.

Ключевые слова: диаметр отверстий, зерно, патока, показатель качества, трубчатый измельчитель, целые зерна, удельные энергозатраты.

Для цитирования: Булатов С. Ю., Семенов С. В. Результаты исследований рабочего процесса установки для приготовления зерновой патоки с трубчатым измельчителем // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 128-133. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_128-133.

Введение. Россия – один из самых крупных производителей зерновых в мире. Согласно прогнозам, около 60 млн т зерна будет расходоваться на приготовление комбикормов [8]. Зерновые являются важным составляющим элементом в рационах сельскохозяйственных животных и положительно влияют на их здоровье, что также подтверждают и зарубежные исследователи [10]. Наряду с этим Правительство РФ поддерживает проекты, направленные на разработку новых способов переработки зерна [7].

На сегодняшний день интенсивно развиваются технологии переработки зерна с помощью ферментов в жидкие корма, которые облада-

ют высоким содержанием сахара [4]. Результаты исследований показывают положительную динамику среднесуточного прироста телят, повышения жирности молока коров при введении в рацион зерновой патоки [5]. Также отмечается увеличение поедаемости кормов при добавлении в них зерновой патоки [9].

Для производства зерновой патоки применяются специальные установки [3, 6]. Однако проведенные нами исследования показывают, что для получения более равномерного состава патоки, интенсификации процесса ее производства необходимы дополнительные операции по измельчению зерна либо добавление в состав установок дополнительных измельча-

ющих устройств (активных дезинтеграторов, истирающих пластин) [2].

В связи с вышеизложенным сформулирована **цель данной работы** – оценка рабочих параметров установки для приготовления зерновой патоки с трубчатым измельчителем.

Материал и методы исследований. В научно-исследовательской лаборатории ГБОУ ВО НГИЭУ проводились исследования разработанной установки. Общий вид ее представлен на рисунке 1. Установка представляет собой конусообразную емкость, которая установлена вертикально, сужающейся частью книзу. В нижней части емкости смонтирован насос. Его выходной патрубок соединен с верхней частью емкости трубчатым измельчителем, он представляет собой пластиковую трубу, внутри которой смонтирована цилиндрическая решетка (рис. 2).



Рисунок 1 – Общий вид установки для приготовления зерновой патоки с трубчатым измельчителем



Рисунок 2 – Общий вид трубчатого измельчителя

Исследования проводили в два этапа. На первом оценивали работу установки без цилиндрической решетки. На втором рассматривали влияние диаметров d_0 отверстий решет-

ки. Для этого были изготовлены три варианта трубчатого измельчителя, внутри которых устанавливались цилиндрические решетки с отверстиями диаметром 4, 6 и 8 мм (рис. 3).



Рисунок 3 – Элементы цилиндрической решетки трубчатого измельчителя с диаметрами 8, 6 и 4 мм

Размеры диаметров отверстий выбирали, основываясь на предложенном на рынке сортamente изделий. Оценку эффективности работы установки проводили по энергетическим затратам и качеству патоки. Энергетическую эффективность оценивали через удельные энергозатраты w_{yd} , которые рассчитывали по формуле:

$$w_{yd} = \frac{W \times t}{V}, \quad (1)$$

где W – потребляемая электродвигателем мощность, Вт;

t – время приготовления патоки, ч;

V – объем приготавливаемой патоки, л.

Качество патоки оценивали по количеству целых зерен в пробе. Для этого во время приготовления патоки через равные промежутки времени производили ее отбор. Далее промывали пробу в воде на сите. Из остатка отбирали навеску массой 100 г. В навеску подсчитывали количество целых зерен. По результатам исследований строились графики. Исследование рабочего процесса установки осуществлялось при приготовлении патоки из зерна ячменя и пшеницы.

Результаты исследований. Результаты исследований представлены в виде графического материала на рисунках 4–7. На первом этапе проведено исследование по определению показателей работы установки без трубчатого измельчителя. Приготовление патоки осуществлялось из зерна пшеницы. Оценка качественных показателей показала, что по истечении 22,5 мин в патоке присутствуют целые зерна.

Через 30 мин работы количество целых зерен уменьшилось до 0. Кривая, описывающая изменение количества целых зерен, характеризуется относительной пологостью: разбивание зерна происходит медленно. При этом, несмотря на отсутствие целых зерен, в готовой патоке наблюдаются крупные частицы зерна. В целом весь технологический процесс производства патоки в данном случае занял 40 мин. При этом потребляемая мощность изменялась от 3,3 до 5,6 кВт, а ее среднее значение составило 4,4 кВт (рис. 4). С учетом времени протекания процесса приготовления патоки, объема патоки, полученной за рассматриваемый промежуток времени, и потребляемой мощности электродвигателя рассчитаны удельные энергозатраты при приготовлении патоки из пшеницы без трубчатого измельчителя, которые составили 38,8 Вт·ч/л.

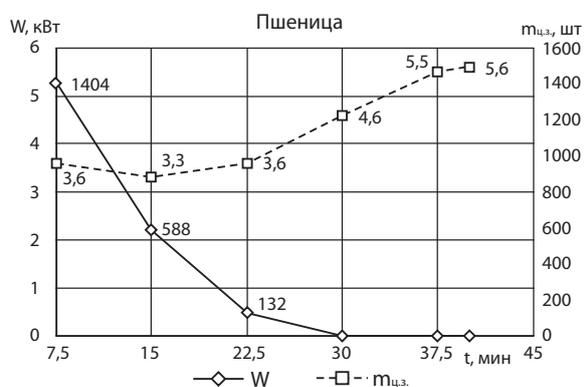


Рисунок 4 – Изменение потребляемой мощности и количества целых зерен в водно-зерновой смеси при приготовлении патоки из зерна пшеницы без трубчатого измельчителя

На втором этапе исследований оценивалось влияние параметров трубчатого измельчителя на показатели работы установки. Определялось влияние диаметров отверстий цилиндрической решетки трубчатого измельчителя на энергетические показатели установки, время протекания процесса и качественные показатели патоки. Проводилась оценка протекания процесса при приготовлении патоки из зерна пшеницы и зерна ячменя. Изменение качественных показателей представлено на рисунках 5 и 6. Сравнение результатов с показателями, полученными при приготовлении пшеничной патоки без измельчителя, показывает интенсификацию разрушения зерна: с трубчатым измельчителем зерна разрушаются быстрее. На 15-й мин процесса приготовления патоки из пшеницы количество целых зерен в 100 г навески составляет 54 шт. при ис-

пользовании цилиндрической решетки с отверстиями 4 мм, 40 шт. – 6 мм и 4 шт. – 8 мм. Через 22,5 мин протекания процесса в патоке, приготавливаемой с использованием решетки с отверстиями 8 мм, целые зерна не наблюдаются. В то же время $m_{ц.з.}$ составляет 2 и 4 шт. при d_o , равном 6 и 4 мм соответственно. Анализируемый показатель равен нулю при $d_o = 6$ и $d_o = 4$ мм после 30 мин протекания процесса. Общее время приготовления патоки из зерна пшеницы с использованием трубчатого измельчителя во всех случаях составило 30 мин (рис. 5). Анализ состава патоки по окончании процесса показывает, что во всех случаях целые зерна отсутствуют, но при использовании цилиндрической решетки с отверстиями диаметром 8 мм патока более однородна, в то время как при меньших значениях диаметра (4 и 6 мм) наблюдаются относительно крупные частицы зерен. В целом необходимо отметить, что по данному показателю предпочтительнее применение трубчатого измельчителя с цилиндрической решеткой, диаметр отверстий которой составляет 8 мм.

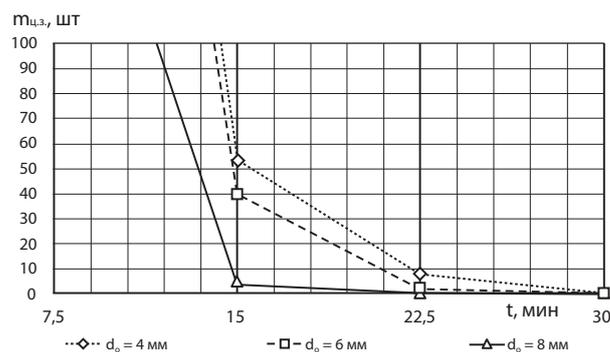


Рисунок 5 – Изменение количества целых зерен в водно-зерновой смеси при приготовлении патоки из зерна пшеницы с применением трубчатого измельчителя

Анализ кривых, характеризующих изменение количества целых зерен в патоке при ее приготовлении из зерна ячменя с применением трубчатого измельчителя, показывает, что в целом разрушение ячменя происходит значительно медленнее, чем пшеницы. Как и в случае приготовления патоки из пшеницы, наихудшие показатели получены при использовании цилиндрической решетки с отверстиями диаметром 4 мм. Даже к концу технологического процесса количество целых зерен в 100 г патоки в данном случае составляло 448 шт. Увеличение диаметра отверстий цилиндрической решетки до 6 мм не дало значимого эффекта: $m_{ц.з.}$ в 100 г готовой патоки составляло 404 шт. Лишь

в случае применения в трубчатом измельчителе цилиндрической решетки, диаметр отверстий которой равнялся 8 мм, удалось полностью разрушить все зерновки ячменя к концу процесса приготовления патоки. Во всех случаях длительность цикла приготовления ячменной патоки составляла около 37,5 мин, что на 7,5 мин дольше, чем в случае приготовления пшеничной патоки (рис. 6).

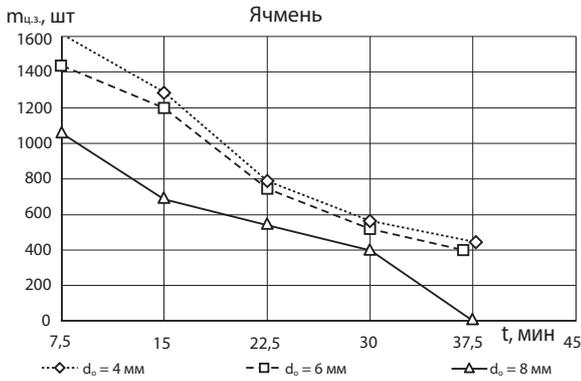


Рисунок 6 – Изменение количества целых зерен в водно-зерновой смеси при приготовлении патоки из зерна ячменя с применением трубчатого измельчителя

Энергетическую оценку проводили через удельные энергозатраты. Для более удобного восприятия и анализа результаты энергетической оценки при приготовлении патоки из пшеницы и ячменя сведены в одном графике (рис. 7–8). При сравнении энергетических показателей работы выявлено, что средняя потребляемая мощность электродвигателя выше в случае приготовления патоки из зерна пшеницы, чем из зерна ячменя. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что зерно пшеницы мягче зерна ячменя и разбивается быстрее. Также в зерне пшеницы содержится больше крахмала, чем в зерне ячменя. Всё это приводит к более резкому возрастанию вязкости водно-зерновой смеси пшеничной патоки, нежели ячменной. При использовании цилиндрической решетки с отверстиями диаметром 4 и 6 мм разница в потребляемой мощности составила 8,7...8,9 %. В случае приготовления патоки с применением решетки, диаметр отверстий которой составлял 8 мм, разница в значениях потребляемой мощности выросла с 4,7 до 5,9 кВт и составила 19,7 % (рис. 7). Такой резкий рост в разнице потребляемой мощности объясняется благоприятными условиями разрушения зерновки. Как показал анализ качества патоки, применение решетки с диаметром отверстий 8 мм позволя-

ет разрушить зерновки значительно быстрее, чем при $d_o = 6$ и $d_o = 4$ мм (рис. 5–6). Общая тенденция изменения полной потребляемой мощности при увеличении диаметра отверстий решеток с 4 до 8 мм описывается параболой. Такая закономерность может быть объяснена комплексным влиянием двух факторов. С одной стороны, в процессе приготовления патоки происходит разрушение зерна, что влечет рост вязкости и, как следствие, приводит к росту потребляемой мощности. С другой стороны, одновременно с этим возрастает температура водно-зерновой смеси, что приводит к снижению ее плотности и потребляемой мощности [1]. Так как нагрев смеси, как и разрушение зерна, происходит быстрее при использовании в измельчителе решетки с отверстиями большего диаметра, то в результате на графике наблюдается перегиб, который особо ярко выражен при измельчении пшеницы. Вследствие малого содержания в ячмене крахмала перегиб в данном случае менее выражен (рис. 7).

Более объективным показателем являются удельные энергозатраты (рис. 8). В целом картина аналогична полной потребляемой мощности с той разницей, что меньше энергозатраты при приготовлении патоки из зерна пшеницы, чем из зерна ячменя. Данная закономерность объясняется тем, что процесс производства патоки из ячменя более длителен (в среднем на 7 мин).

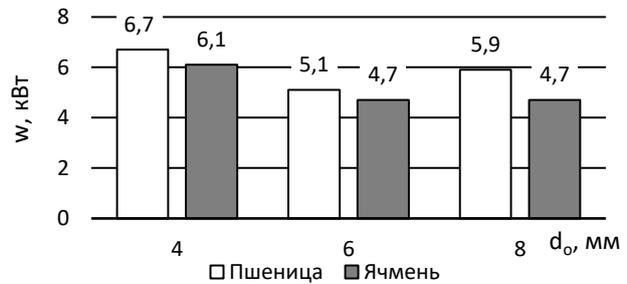


Рисунок 7 – Влияние диаметра отверстий цилиндрической решетки трубчатого измельчителя на полную потребляемую мощность электродвигателя

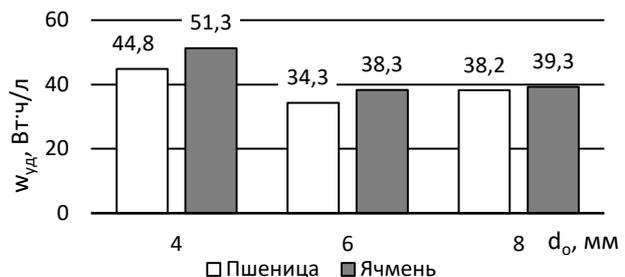


Рисунок 8 – Влияние диаметра отверстий цилиндрической решетки трубчатого измельчителя на удельные энергозатраты процесса приготовления патоки

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что наилучшими показателями качества обладает патока (как пшеничная, так и ячменная), полученная с применением трубчатого измельчителя, в котором установлена цилиндрическая решетка с отверстиями диаметром 8 мм. Однако по показателю удельной энергоэффективности предпочтение отдается варианту решетки с отверстиями диаметром 6 мм. В случае приготовления пшеничной патоки данный показатель на 12,5 % ниже, чем при использовании решетки с отверстиями диаметром 8 мм, при приготовлении ячменной патоки – на 2,6 %. Учитывая тот факт, что после окончания приготовления патоки необходимо дать ей 1 час настояться, что ведет к смягчению неразрушенных зерновок, можно рекомендовать проводить приготовление пшеничной патоки с применением цилиндрической решетки, диаметр отверстий которой составляет 6 мм. В этом случае время процесса приготовления 100 л патоки составляет 30 мин, удельные энергозатраты – 34,3 кВт·ч/л, а средняя потребляемая мощность – 5,1 кВт. Приготовление ячменной патоки рекомендуется осуществлять с применением цилиндрической решетки, диаметр отверстий которой составляет 8 мм. В этом случае время процесса приготовления 100 л патоки составляет 37,5 мин, удельные энергозатраты – 39,3 кВт·ч/л, а средняя потребляемая мощность – 4,7 кВт.

Список источников

1. Влияние вязкости перекачиваемой среды на характеристики магистральных нефтяных насосов / И. Е. Васильев, Д. Н. Китаев, Е. П. Коротких, Т. О. Маслова // Молодой ученый. 2017. № 9 (143). С. 42–45.
2. Малозатратная установка для производства зерновой патоки / А. Г. Сергеев, П. А. Савиных, С. Ю. Булатов [и др.] // Сельский механизатор. 2020. № 5-6. С. 26–27.
3. Обоснование конструкции установки для приготовления зерновой патоки / С. Ю. Булатов, А. Е. Шамин, А. И. Моисеев, А. Г. Сергеев // Вестник НГИЭИ. 2020. № 7 (110). С. 25–36.
4. Перевозчиков А. В., Воробьева С. Л., Березкина Г. Ю. Влияние зерновой патоки в рационах коров на качественные характеристики сырого молока и продуктов его переработки // Аграрный вестник Урала. 2019. № 7 (186). С. 51–58.
5. Подготовка кормов с применением технологии кавитирования, способствующих повышению продуктивности молочных коров (обзор) / Н. М. Ширнина, Б. Х. Галиев, И. А. Рахимжанова, А. С. Байков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (90). С. 266–270.
6. Савиных П. А., Казаков В. А. Новые технологии и технические средства получения патоки из зерна злаковых культур // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. 2017. № 19. С. 359–361.
7. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы: [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/activity/state-support/programs/technical-program>.
8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 13.03.2024).
9. Эффективный способ повышения питательной ценности зерна овса и ячменя / В. П. Клименко, Д. М. Кривошеев, А. Б. Петров, Х. К. Худякова // Вестник НГИЭИ. 2017. 8 (75). С. 34–41.
10. Silveira C., Oba M., Beauchemin K. A., Helm J. Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2007; 90: 2852–2859.

References

1. Vliyanie vyzkosty perekachivaemoy sredy na harakteristiki magistral'nyh neftyanyh nasosov / I. E. Vasil'ev, D. N. Kitaev, E. P. Korotkih, T. O. Maslova // Molodoy uchenyj. 2017. № 9 (143). S. 42–45.
2. Malozatratnaya ustanovka dlya proizvodstva zernovoy patoki / A. G. Sergeev, P. A. Savinyh, S. Yu. Bulatov [i dr.] // Sel'skiy mekhanizator. 2020. № 5-6. S. 26–27.
3. Obosnovanie konstrukcii ustanovki dlya prigotovleniya zernovoy patoki / S. Yu. Bulatov, A. E. Shamin, A. I. Moiseev, A. G. Sergeev // Vestnik NGIEI. 2020. № 7 (110). S. 25–36.
4. Perevozchikov A. V., Vorob'eva S. L., Berezkina G. Yu. Vliyanie zernovoy patoki v racionalah korov na kachestvennye harakteristiki syrogo moloka i produktov ego pererabotki // Agrarnyj vestnik Urala. 2019. № 7 (186). S. 51–58.
5. Podgotovka kormov s primeneniem tekhnologii kavitirovaniya, sposobstvuyushchih povysheniyu produktivnosti molochnyh korov (obzor) / N. M. Shirnina, B. H. Galiev, I. A. Rahimzhanova, A. S. Bajkov // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021. № 4 (90). S. 266–270.
6. Savinyh P. A., Kazakov V. A. Novye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva polucheniya patoki iz zerna zlakovyh kul'tur // Aktual'nye voprosy sovershenstvovaniya tekhnologii proizvodstva i pererabotki produktsii sel'skogo hozyajstva. 2017. № 19. S. 359–361.
7. Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017–2025 gody: [Elektronnyj resurs]. URL: <http://mcx.ru/activity/state-support/programs/technical-program>.
8. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki (Rosstat) [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (data obrashcheniya: 13.03.2024).

9. Effektivnyj sposob povysheniya pitatel'noj cennosti zerna ovsa i yachmenya / V. P. Klimenko, D. M. Krivosheev, A. B. Petrov, H. K. Hudyakova // Vestnik NGIEI. 2017. 8 (75). S. 34–41.

10. Silveira C., Oba M., Beauchemin K. A., Helm J. Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows. J Dairy Sci. 2007; 90: 2852–2859.

Сведения об авторах:

С. Ю. Булатов , доктор технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-9099-0447>;

С. В. Семенов, аспирант, <https://orcid.org/0009-0008-9090-3292>

ГБОУ ВО НГИЭУ, ул. Октябрьская, 22, Княгинино, Россия, 606340

bulatov_sergey_urevich@mail.ru

Original article

THE RESULTS OF RESEARCH ON THE OPERATION OF THE PLANT FOR THE PREPARATION OF GRAIN MOLASSES WITH A TUBULAR SHREDDER

Sergey Yu. Bulatov , **Sergey V. Semenov**

Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knyaginino, Russia

bulatov_sergey_urevich@mail.ru

Abstract. Nowadays technologies for processing grain by using enzymes into liquid feeds (grain molasses), which have a high sugar content, are intensively being developed. Special installations are used for the production of such feeds. However, in order to obtain a more uniform composition of molasses, to intensify the process of its production, additional grain grinding operations are necessary, or additional grinding devices are added to the installations. The paper considers the urgent task of evaluating the operating parameters of a plant for the preparation of grain molasses with a tubular shredder. The study of the developed installation was carried out in the scientific research laboratory of Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics in two stages. At the first stage, the operation of the installation without a tubular shredder was evaluated. At the second stage, the influence of the diameters of the grating holes of a tubular shredder was considered. The efficiency of the installation was evaluated based on energy costs and the quality of molasses. Energy efficiency was assessed through specific energy consumption, and the quality of molasses was assessed by the number of whole grains in the sample. As a result of research, it has been found that it is better to carry out the preparation of wheat molasses using a cylindrical lattice with a hole diameter of 6 mm. In this case, the preparation time of 100 liters of molasses is 30 minutes, the specific energy consumption is 34.3 kWh/l, and the average power consumption is 5.1 kW. For the preparation of barley molasses, it is more rational to use a cylindrical lattice with a hole diameter of 8 mm. In this case, the preparation time of 100 liters of molasses is 37.5 minutes, the specific energy consumption is 39.3 kWh/l, and the average power consumption is 4.7 kW.

Key words: hole diameter, grain, molasses, quality indicator, tubular shredder, whole grains, specific energy consumption.

For citation: Bulatov S. Yu., Semenov S. V. The results of research on the operation of the plant for the preparation of grain molasses with a tubular shredder. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 128-133. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_128-133.

Authors:

S. Yu. Bulatov , Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-9099-0447>;

S. V. Semenov, Postgraduate, <https://orcid.org/0009-0008-9090-3292>

Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, 22 Oktyabrskaya St., Knyaginino, Russia, 606340

bulatov_sergey_urevich@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 13.03.2024; одобрена после рецензирования 18.03.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 13.03.2024; approved after reviewing 18.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 620.178.16

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_134-140

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОИЗНОСНЫХ СВОЙСТВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТАХ

Ипатов Алексей Геннадьевич^{1✉}, Харанжевский Евгений Викторович²,
Шмыков Сергей Николаевич³, Малинин Александр Васильевич⁴

^{1,3,4}Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

²УдГУ, Ижевск, Россия

¹ipatow.al@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены исследования, направленные на изучение трибологических показателей тонких металломатричных покрытий в условиях ограниченной смазки. Рассмотрены два типа покрытий, отличающиеся металлической основой, в контакте с различными антифрикционными сплавами. Металломатричные покрытия получены методом короткоимпульсного лазерного сплавления с использованием металлической основы – кобальта и никеля. В качестве упрочняющей фазы использована керамическая композиция на основе карбида бора. Использование карбида бора дает положительный трибологический эффект, доказанный многочисленными исследованиями зарубежных и отечественных ученых. Металлическая матрица никеля и кобальта обоснована их особыми физико-механическими свойствами, среди которых можно отметить химическую стойкость и термостойкость. Полученные покрытия подвержены сравнительным трибологическим испытаниям в условиях масляного голодания, соответствующих граничному трению. В процессе трения исследована динамика эволюции коэффициента трения в паре трения с бронзой БрАЖ9-4 и серым чугуном СЧ-18. Выполненные исследования выявили разную эффективность и работоспособность полученных металломатричных покрытий в условиях сухого трения. Независимо от материала контртела наиболее привлекательным с точки зрения коэффициента трения выглядит металломатричный композит на основе кобальта. Износные испытания выявили высокую стабильность коэффициента трения в диапазоне динамической нагрузки и отсутствие заедания и схватывания контактирующих поверхностей. Коэффициент трения колеблется в интервале от 0,1 до 0,2.

Ключевые слова: металломатричные покрытия, задиростойкость, коэффициент трения, масляное голодание, термостойкость.

Для цитирования: Исследование противоизносных свойств в восстановительных металломатричных композитах / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков, А. В. Малинин // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 134-140. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_134-140.

Введение. Современные ремонтные технологические процессы наращивания восстановительных покрытий все чаще предполагают применение композиционных материалов. В качестве композиции используют металломатричные структуры, основанные на использовании металлического каркаса, заполненного упрочняющими структурами преимущественно керамического происхождения.

Такая структура обеспечивает высокую усталостную прочность покрытия, износостойкость и открывает возможность изменения физико-механических свойств синтезируемых покрытий. В качестве металлической матрицы используют легкоплавкие, но в то же время высокопрочные металлы железной группы –

никель и кобальт. Металломатричные материалы на основе никелевой и кобальтовой основы реализуются в сплавах ВДУ-1 и ВДУ-2 [1, 2]. В качестве упрочняющих фаз используются токсичные частицы диоксида тория (ThO_2) или диоксида гафния (HfO_2). Основное применение этих сплавов – ракетно- и самолетостроение [7, 8]. Созданию металлокерамических покрытий в последние годы уделяется большое внимание. Авторами работы разработаны технологические процессы наращивания тонких функциональных металломатричных покрытий на основе металлического никеля (НМК) и кобальта (КМК) с использованием короткоимпульсного лазерного излучения. Сформированные покрытия находят применение в усло-

виях ремонтно-восстановительных технологий [2].

Целью данной работы являются сравнительные исследования антифрикционных свойств металломатричных композиционных покрытий на основе никеля и кобальта.

Материал и методы исследований. В качестве материалов, принятых для синтеза антифрикционного металломатричного композита, принята композиция Ni-B₄C и Co-B₄C. Отечественными и зарубежными исследователями выявлены отличные трибологические свойства керамических материалов, поэтому их применение является перспективным в восстановительных технологиях [3–12]. Состав порошковых материалов для получения присадочной композиции представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства химических соединений

Компонент	Достоинства	Недостатки
Никель Ni	- Высокие адгезионные свойства, способствующие получению устойчивой прочности сцепления; - высокая ударная вязкость	- Низкая термостойкость; - высокая пластичность
Кобальт Co	- Высокая термостойкость; - высокий предел прочности; - хорошая реакционная активность	- Относительно высокая стоимость
Карбид бора B ₄ C	- Химическая инертность; - отличные физико-механические свойства; - высокая термостойкость и термостойкость	- Высокие термические напряжения; - высокая пористость структуры

Износные испытания производились с использованием аналоговой машины трения СМТ-2070 по схеме «диск-колодка» При испытании реализовывались условия граничного и сухого трения, как наиболее жесткие условия эксплуатации подшипниковых сопряжений, близкие к аварийным. Покрытия, нанесенные на поверхность стального закаленного диска, предварительно подвергались алмазному выглаживанию [2] до шероховатости поверхности Ra 3,2. Толщина исследуемых металломатричных покрытий колеблется в диапазоне от 18 до 25 мкм [2].

Для анализа работоспособности в качестве контртела использовали стандартные антифрикционные материалы – серый чугун мар-

ки СЧ 18 и бронзу марки БрАЖ9-4. Выбор данных материалов обоснован их широким применением в подшипниковых сопряжениях в машиностроении.

Результаты исследований и их обсуждение. Особенность структуры металломатричных композитов, характерная для большинства классических антифрикционных материалов, определяется принципом Шарпи (рис. 1).

Мягкая металлическая матрица на основе металлического никеля и кобальта обеспечивает высокие антифрикционные свойства за счет пластичной структуры, твердые включения керамического характера обеспечивают когезионную прочность структуры, термостойкость и задиростойкость в зоне контакта с контртелом. В процессе эксплуатации твердые включения, по мере изнашивания металлической матрицы, выходят «наружу» поверхности металлокомпозита и приводят к интенсивному абразивному изнашиванию контактирующей поверхности. В результате усталостной нагрузки и высокой температуры в зоне трения твердые включения разрушаются и вырываются из металлической матрицы. При этом высокая температура, сопровождающая абразивный износ, приводит к переходу в интенсивное адгезионное изнашивание между металлической матрицей композита и поверхностью контртела, как это показано на рисунке 2 для антифрикционного материала баббит.

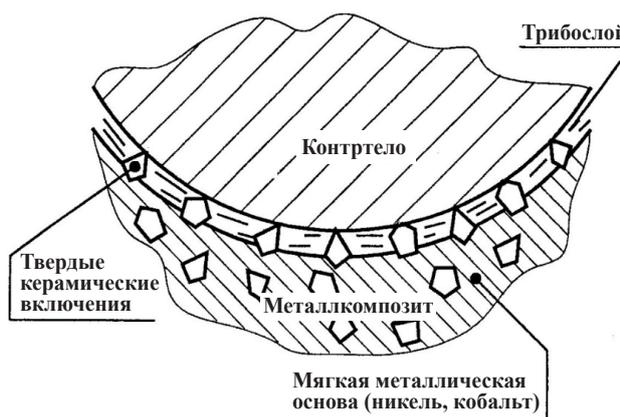


Рисунок 1 – Структура синтезируемого ММК

Для предотвращения абразивного и адгезионного изнашивания контактирующих поверхностей в зону трения (в обязательном порядке) подают слой смазки, переводя внешнее трение поверхностей во внутреннее трение слоя смазки. В современных антифрикционных композитах для повышения диапазона

условий эксплуатации применяют технологии самоорганизации поверхностей трения за счет формирования трибослоев между контактирующими поверхностями из компонентов композиционного материала. Формирование устойчивых трибоструктур между трущимися поверхностями носит сложный характер и определяется окислительно-восстановительными реакциями.

Для оценки работоспособности металлматричных композитов были выполнены трибологические исследования на предмет совместимости в паре трения с медными сплавами и антифрикционными чугунами. Выбор материалов обоснован широкой номенклатурой подшипниковых сопряжений на основе данных сплавов [7, 8].

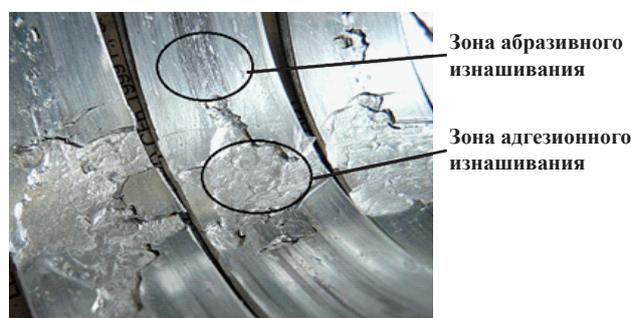


Рисунок 2 – Характерный износ покрытий из баббита в условиях эксплуатации без смазки

Трибологические исследования показали разную динамику трения и изнашивания в анализируемых сопряжениях. В частности, в паре с контртелом из бронзы БрАЖ 9-4 исследуемые металлматричные покрытия проявили низкую совместимость (рис. 3).



Рисунок 3 – Динамика изменения коэффициента трения в условиях сухого трения в паре с контртелом из БрАЖ9-4

Испытания были выполнены без подачи смазочного материала, что при нагреве привело к явлению сухого трения. Сухое трение характеризуется адгезионным изнашиванием,

что определяет высокий коэффициент трения. В условиях сухого трения для снижения адгезионного изнашивания определяющим является термочность покрытия. Благодаря более высокой термочности КМК имеет относительно низкий коэффициент трения. Малая растворимость кобальта в меди определяет относительно высокую стойкость к заеданию КМК по бронзе. Несмотря на низкий коэффициент трения, температура в зоне трения стабильно высокая, что характеризует механизм молекулярно-механического изнашивания. Поверхность трения КМК не имеет явных признаков заедания, поверхность трения контртела имела следы абразивного и адгезионного изнашивания и небольшие частицы налипшей бронзы на поверхности покрытия. Высокая прочность на сдвиг и твердость металлической матрицы КМК являются причинами первоначального абразивного изнашивания, а высокая температура, возникающая в процессе испытания в зоне трения, вызывает адгезионное изнашивание. Наличие перехода в режим адгезионного изнашивания проявляется в величине износа КМК (табл. 2).

Таблица 2 – Величина износа анализируемых покрытий, г

Покрытие	Нагрузка, Н		
	100	200	250
НМК	0,023	0,20	-
КМК	0,018	0,21	0,39

В первоначальный период испытаний до 200 Н и температуры 250–270 °С интенсивность изнашивания покрытия носит стационарный, установившийся характер, при нагреве свыше 300 °С при термической активации поверхностей наблюдается адгезионное изнашивание скачкообразным увеличением износа за малый промежуток времени.

Покрытие из никелевого металлокомпозиата в условиях сухого трения показало более низкую работоспособность. Здесь сыграли роль более низкая термочность и взаимная растворимость никеля в меди, что и определило повышение коэффициента трения и увеличение температуры до 280 °С при незначительной нагрузке в 150 Н (см. рис. 4). На поверхности в зоне контакта с контртелом наблюдается интенсивное адгезионное схватывание с формированием налипшей бронзы. Несовместимость данного трибосопряжения связана с высокой долей растворимости никеля в меди

при температурах свыше 200 °С. Процесс адгезионного изнашивания проявляется в величине износа НМК – так, при нагрузке в 200 Н и температуре трения 310 °С, в момент заклинивания испытуемого сопряжения, наблюдается увеличение массы образца за счет налипшего материала бронзы.

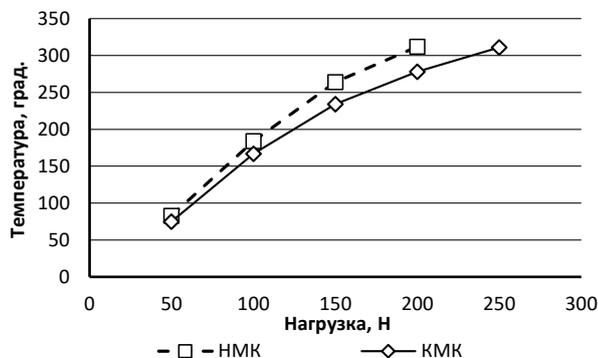


Рисунок 4 – Изменение температуры в зоне трения исследуемых композитов в сопряжении с бронзой БрАЖ 9-4

Таким образом, в отличие от сухого трения бронзы по сверхтвердому керамическому покрытию на основе карбида и нитрида бора, испытания бронзы по покрытиям из металломатричных композитов демонстрируют в целом неудовлетворительные результаты. Без смазки такие сопряжения не могут выдержать длительных высоких нагрузок без заедания поверхности.

Для выявления общей картины совместимости материалов дополнительно выполнили исследования в паре с серым чугуном СЧ-18. Результаты испытаний покрытий из никелевой матрицы с включениями из оксида циркония описаны в работах [7]. Можно отметить, что такая металлическая матрица создает благоприятные условия для резкого снижения коэффициента трения скольжения за счет формирования сильнонеравновесных твердых растворов никель-оксид циркония при короткоимпульсной лазерной обработке. Но по результатам испытаний предыдущих лет сверхтвердые покрытия на основе карбида бора показывали неудовлетворительные результаты испытаний на трение по чугунам за счет химического взаимодействия карбида бора с железом на поверхности трения.

По сравнению с бронзой работоспособность в условиях сухого трения в контакте с серым чугуном лучше, и можно считать их совместимость удовлетворительной. Относительно низкий коэффициент трения в работе исследуемых металломатричных покрытий в паре

с серым чугуном объясняется низкой адгезионной работой, определяемой степенью растворимости никеля и кобальта в железе в режиме нагружения до 400 °С и появлением графита в зоне трения (рис. 5).

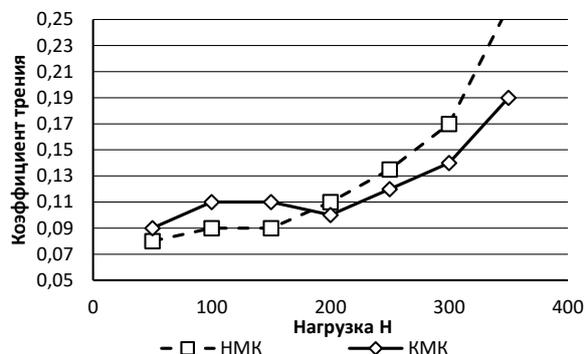


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента трения в условиях сухого трения в контакте с СЧ-18

В зоне контакта поверхность металломатричных покрытий не имеет следов адгезионного изнашивания. Однако покрытие с никелевой основой имеет явные следы абразивного изнашивания, что вызвано режущим воздействием частиц карбида бора. Необходимо отметить, что при малых динамических и термических нагрузках (менее 150 Н) трение никелевого металлокомпозиата по чугуну более предпочтительно, чем с кобальтовой основой. Объяснением может служить меньшее значение работы сил адгезии. Недостатком НМК является относительно низкая прочность никелевой основы, поэтому твердые включения вырываются с никелевой матрицы при более низких нагрузках, формируя микрорельеф на поверхности НМК.

Отличительной особенностью трения по чугуну стало формирование трибослоя на поверхности металлокомпозиатов из тонкого графитового слоя, на что указывают и результаты оптической микроскопии [8]. Формирование трибослоя и меньшее значение работы сил адгезии объясняет низкую динамику повышения температуры в зоне трения в сопряжении с НМК по сравнению с КМК. До нагрузки в 200 Н наблюдается слабая динамика повышения температуры в сопряжении с НМК в отличие от кобальтового композита (рис. 6).

Наличие слоистой структуры плакированного графита снижает коэффициент и силу трения. Однако с повышением температуры прочность сцепления плакированного слоя снижается и трибослой разрушается, возобновляя абразивное изнашивание.

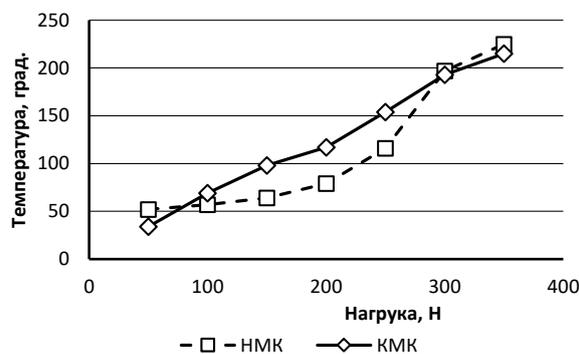


Рисунок 6 – Изменение температуры в зоне трения исследуемых композитов в сопряжении с СЧ-18

Высокая вязкость кобальтовой матрицы и относительно высокая работа сил адгезии с поверхностью контртела не создают условий для формирования графитового слоя в сопряжении КМК с СЧ-18. Отсутствие эффективно-го графитового трибослоя приводит к интенсивному повышению температуры в зоне трения и относительному высокому абразивному износу.

Выводы. Металломатричные композиты на основе никеля и кобальта имеют характерную для большинства антифрикционных материалов структуру – мягкая матрица с твердыми включениями. Из результатов износных исследований следует, что анализируемые покрытия не имеют способности к самоорганизации трения с формированием трибопленки в контакте с бронзой БрАЖ9-4. Работоспособность покрытий во многом определяется металлической основой и ее физико-механическими свойствами, в частности, растворимостью с металлической основой контртела при повышении температуры.

Сухое трение металломатричных композитов на основе никеля и кобальта по графитизированному серому чугуно СЧ-18 более работоспособно при сухом трении скольжения с точки зрения трибологических свойств. Пластичная и податливая матрица никеля имеет преимущества в условиях абразивного изнашивания и дает предпосылки для формирования графитового трибослоя. Однако добиться перехода к сверхнизкому коэффициенту трения скольжения в этих сопряжениях не удалось.

Список источников

1. Исследование триботехнических свойств металломатричных композитов с никелевой матрицей и сверхтвердыми керамическими включениями / А. Г. Ипатов, Е. В. Харанжевский, С. Н. Шмыков, Л. Я. Новикова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (73).

С. 42–47. DOI 10.48012/1817-5457_2023_1_42-47. EDN ANCSXO.

2. Физико-механические свойства керамических покрытий, получаемых короткоимпульсной лазерной наплавкой порошковой смеси на основе бора / А. Г. Ипатов, М. Н. Ерохин, С. П. Казанцев [и др.] // *Агроинженерия*. 2023. Т. 25, № 1. С. 71–76. DOI 10.26897/2687-1149-2023-1-71-76. EDN NIWNZG.

3. Ahn H.-S., Cuong P. D., Shin K.-H., Lee Ki-Seung. Tribological behavior of sputtered boron carbide coatings and the influence of processing gas. *Wear*. 2005; 259: 807–813.

4. Erdemir A., Bindal C., Fenske G. R. Formation of ultralow friction surface films on boron carbide. *Appl. Phys. Lett.* 1996; 68: 1637–1639.

5. Gogotsi Yu. G., Koval'chenko A. M., Kossko I. A. Tribochemical interactions of boron carbides against steel. *Wear*. 1992; 154: 133-140.

6. Gök M. S., Küçük Y., Erdoğan A., Öge M., Kanca E., Günen A. Dry sliding wear behavior of borided hot-work tool steel at elevated temperatures. *Surf. Coat. Technol.* 2017; 328: 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.08.008>.

7. Kharanzhevskiy E. V., Krivilyov M. D., Ipatov A. G. [et al.]. Effect of oxygen in surface layers formed during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings. *Surface and Coatings Technology*. 2022; 434: 128174. DOI 10.1016/j.surfcoat.2022.128174. EDN UBLNSI.

8. Kharanzhevskiy E. V., Krivilyov M. D., Ipatov A. G. [et al.]. Tribological performance of boron-based superhard coatings sliding against different materials. *Wear*. 2021; 477: 203835. DOI 10.1016/j.wear.2021.203835. EDN GCSTIQ.

9. Korashy A., Attia H., Thomson V., Oskoeei S. Characterization of fretting wear of cobalt-based superalloys at high temperature for aero-engine combustor components. *Wear*. 2014; 330–331: 327–337. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2014.11.027>.

10. Sonber K., Limaye P. K., Murthy T. S. R. Ch. [et al.]. Tribological properties of boron carbide in sliding against WC ball. *Int. Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2015; 51: 110–117.

11. Tamura Y., Zhao H., Wang C., Morina A., Neville A. Interaction of DLC and B₄C coatings with fully formulated oils in boundary lubrication conditions. *Tribology International*. 2016; 93: 666–680.

12. Umeda K., Enomoto Y., Mitsui A., Mannami K. Friction and wear of boride ceramics in air and water. *Wear*. 1993; 169: 63–68.

References

1. Issledovanie tribotekhnicheskikh svojstv metal-lomatrichnyh kompozitov s nikel'evoy matricej i sverhtverdyimi keramicheskimi vkl'yuchenyami / A. G. Ipatov, E. V. Haranzhevskij, S. N. Shmykov, L. Ya. Novikova // *Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2023. № 1 (73). С. 42–47. DOI 10.48012/1817-5457_2023_1_42-47. EDN ANCSXO.

2. Fiziko-mekhanicheskie svoystva keramicheskikh pokrytij, poluchaemyh korotkoimpul'snoj lazernoj naplavkoj poroshkovej smesi na osnove bora / A. G. Ipatov, M. N. Erohin, S. P. Kazancev [i dr.] // Agroiuzheneriya. 2023. T. 25, № 1. S. 71–76. DOI 10.26897/2687-1149-2023-1-71-76. EDN NIWNZG.

3. Ahn H.-S., Cuong P. D., Shin K.-H., Lee Ki-Seung. Tribological behavior of sputtered boron carbide coatings and the influence of processing gas. *Wear*. 2005; 259: 807–813.

4. Erdemir A., Bindal C., Fenske G. R. Formation of ultralow friction surface films on boron carbide. *Appl. Phys. Lett.* 1996; 68: 1637–1639.

5. Gogotsi Yu. G., Koval'chenko A. M., Kossko I. A. Tribochemical interactions of boron carbides against steel. *Wear*. 1992; 154: 133-140.

6. Gök M. S., Küçük Y., Erdoğan A., Öge M., Kanca E., Günen A. Dry sliding wear behavior of borided hot-work tool steel at elevated temperatures. *Surf. Coat. Technol.* 2017; 328: 54–62. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.08.008>.

7. Kharanzhevskiy E. V., Krivilyov M. D., Ipatov A. G. [et al.]. Effect of oxygen in surface layers formed

during sliding wear of Ni–ZrO₂ coatings. *Surface and Coatings Technology*. 2022; 434: 128174. DOI 10.1016/j.surfcoat.– 2022128174. EDN UBLNSI.

8. Kharanzhevskiy E. V., Krivilyov M. D., Ipatov A. G. [et al.]. Tribological performance of boron-based super-hard coatings sliding against different materials. *Wear*. 2021; 477: 203835. DOI 10.1016/j.wear.2021.203835. EDN GCSTIQ.

9. Korashy A., Attia H., Thomson V., Oskooei S. Characterization of fretting wear of cobalt-based super-alloys at high temperature for aero-engine combustor components. *Wear*. 2014; 330–331: 327–337. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2014.11.027>.

10. Sonber K., Limaye P. K., Murthy T. S. R. Ch. [et al.]. Tribological properties of boron carbide in sliding against WC ball. *Int. Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. 2015; 51: 110–117.

11. Tamura Y., Zhao H., Wang C., Morina A., Neville A. Interaction of DLC and B₄C coatings with fully formulated oils in boundary lubrication conditions. *Tribology International*. 2016; 93: 666–680.

12. Umeda K., Enomoto Y., Mitsui A., Mannami K. Friction and wear of boride ceramics in air and water. *Wear*. 1993; 169: 63–68.

Сведения об авторах:

А. Г. Ипатов¹, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-2637-4214>;

Е. В. Харанжевский², доктор технических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-1525-2169>;

С. Н. Шмыков³, кандидат экономических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8695>;

А. В. Малинин⁴, аспирант

^{1,3,4}Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 9, Ижевск, Россия, 426069

²УдГУ, ул. Университетская, 1, корп. 1, Ижевск, Россия, 426034

¹ipatow.al@yandex.ru

Original article

STUDY OF ANTIWEAR PROPERTIES IN RECOVERY METAL MATRIX COMPOSITES

Alexey G. Ipatov^{1✉}, **Evgeny V. Kharanzhevsky**², **Sergey N. Shmykov**³, **Alexander V. Malinin**⁴

^{1,3,4}Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

²Udmurt State University, Izhevsk, Russia

¹ipatow.al@yandex.ru

Abstract. *The paper presents the studies aimed at examination of the tribological characteristics of thin metal-matrix coatings under the conditions of limited lubrication. Two types of coatings with different metal base in contact with various antifriction alloys are considered. Metal-matrix coatings are obtained by short-pulse laser melting using a metal base - cobalt and nickel. A ceramic composition based on boron carbide was used as a hardening phase. The application of boron carbide gives a positive tribological effect, proven by numerous studies of foreign and domestic scientists. The metallic matrix of nickel and cobalt is substantiated by their special physical and mechanical properties, among which chemical resistance and thermal strength can be noted. The resulting coatings were subjected to comparative tribological tests under oil starvation conditions corresponding to boundary friction. In the process of friction, the dynamics of the evolution of the friction coefficient in a pair of friction with bronze BrAZh-9-4, gray cast iron SCH-18 was studied. The conducted studies revealed the different efficiency and performance capability of the obtained coatings under dry friction conditions. Regardless of the material of the opposite element, the cobalt-based metal-matrix composite appears to be the most attractive in terms of friction coefficient. Wear tests revealed a high stability of the coefficient of friction in the dynamic load range and the absence of seizing of the contacting surfaces. The friction coefficient ranges from 0.1 to 0.2.*

Key words: metal matrix coatings, scuffing resistance, coefficient of friction, oil starvation, heat resistance.

For citation: Ipatov A. G., Kharanzhevsky E. V., Shmykov S. N., Malinin A. V. Study of antiwear properties in recovery metal matrix composites. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 2(78): 134-140. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_134-140.

Authors:

A. G. Ipatov¹✉, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-2637-4214>;

E. V. Kharanzhevsky², Doctor of Technical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-1525-2169>;

S. N. Shmykov³, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2103-8695>;

A. V. Malinin⁴, Postgraduate

^{1,3,4}Udmurt State Agricultural University, 9 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

²Udmurt State University, 1 Universitetskaya St., build. 1, Izhevsk, Russia, 426034

¹Ipatow.al@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 19.02.2024; одобрена после рецензирования 13.05.2024;

принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 19.02.2024; approved after reviewing 13.05.2024; accepted for publication 28.05.2024.

Научная статья

УДК 631.363-189.2

DOI 10.48012/1817-5457_2024_2_140-146

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ЛОТКОВОГО ВИБРОДОЗАТОРА ИНГРЕДИЕНТОВ БМВД

Федоров Олег Сергеевич✉, **Широбоков Владимир Иванович**

Удмуртский ГАУ, Ижевск, Россия

✉fos1973@yandex.ru

Аннотация. Для полноценного использования всех преимуществ вибрации при интенсификации технологических процессов необходимо обеспечивать равномерную вибрационную нагрузку от точки приложения вибрационного воздействия на всю толщину сыпучего материала. Наиболее эффективным способом является использование упругих активаторов. Целью исследований стало определение закономерностей рабочего процесса модернизированного лоткового вибродозатора. Для проведения исследований разработана лабораторная установка модернизированного лоткового вибродозатора с установленными в дно лотка активаторами, позволяющими распространять вибрацию равномерно во всем слое сыпучего материала. В качестве дозируемого материала использовались зерна пшеницы сорта Ирень, средний размер зерен 3,8 мм, и витамин А (бета-каротин), средний диаметр микрогранул равен 0,8 мм. В результате исследований установлено, что использование упругих активаторов значительно влияет на технико-экономические показатели лотковых вибрационных дозаторов. Происходит существенное повышение пропускной способности при дозировании зерна с увеличением количества активаторов с 6 до 18 (с шагом 6). Пропускная способность возрастает с 7,6 до 16 г/с, что составляет рост 210 %, а при дозировании частиц бета-каротина с увеличением числа активаторов с 6 до 18 (с шагом 6) происходит снижение пропускной способности с 8,2 до 4,3 г/с, или ниже на 190 %. Исследование закономерностей точности дозирования в зависимости от числа активаторов и среднего диаметра частиц показало, что точность дозирования зерен пшеницы варьирует в диапазоне от 0,8 до 1,3 %, частиц бета-каротина – от 1,6 до 2,4 %. Полученные результаты предварительных исследований указывают на то, что введение активаторов оказывает существенное влияние на технологические показатели работы дозатора, а для определения оптимальных конструктивно-технологических параметров требуются дальнейшие исследования.

Ключевые слова: амплитуда колебаний, частота колебаний, премикс, БМВД, инерционная характеристика, точность дозирования ингредиентов.

Для цитирования: Федоров О. С., Ширококов В. И. Исследование работы модернизированного лоткового вибродозатора ингредиентов БМВД // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 2(78). С. 140-146. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_140-146.

Актуальность. Основой интенсивного развития отрасли животноводства является правильное кормление животных, для эффективного регулирования рациона часто используют комбинированные корма, включающие в свой состав зерновую часть, белково-минеральные витаминные добавки (БМВД) или минерально-витаминные концентраты (МВК).

Научными исследованиями и практикой доказано, что скармливание комбинированных кормов, соответствующих рациону, повышает продуктивность животных на 25...30 %, а сроки откорма снижаются на 10...15 % [9–11].

Комбикормовой промышленностью страны разработаны различные виды как полнорационных комбинированных кормов, так и различных концентратов и добавок. Однако не всегда готовые комбикорма соответствуют требованиям рациона, составленного зоотехнической службой хозяйства [2, 3, 7, 12]. По этой причине все большее количество сельхозтоваропроизводителей идет по пути самостоятельного изготовления комбинированных кормов.

Использование собственного сырья (ячмень, пшеница, рожь и т.п.) для приготовления основы комбинированного корма, снижение транспортных расходов, исключение переплаты за менеджмент кормов позволяет значительно сократить стоимость комбинированных кормов.

Однако основной проблемой при производстве комбикормов силами сельхозтоваропроизводителей является низкий уровень механизации и автоматизации технологических процессов. Особенно важна точность дозирования ингредиентов, вводимых в состав кормов. Например, постоянный дефицит протеина в корме КРС приводит к снижению уровня молочной продукции на 25...30 %, недостаток минеральных веществ может на 10...15 % снизить выход телят, а недостаток или переизбыток витаминов ведет к различным заболеваниям животных [4].

Анализ работ авторов [1, 5, 6, 8] показывает, что теоретические и практические исследования, направленные на повышение эффективности технологического процесса дозирования, указывают на целесообразность использования вибрационных дозаторов. Однако при ис-

следовании процесса работы вибродозаторов недостаточно уделено внимания методам интенсификации процесса дозирования. Одним из эффективных способов повышения эксплуатационных показателей вибродозаторов является использование активаторов. Дальнейшее совершенствование конструкций вибродозаторов путем использования активаторов, способствующих повышению точности дозирования сыпучих компонентов различных кормосмесей, является актуальной задачей.

Цель работы – исследование рабочего процесса модернизированного лоткового вибродозатора.

Задачи: проведение лабораторных исследований пропускной способности вибродозатора при дозировании различных ингредиентов сухой кормосмеси в зависимости от количества используемых активаторов; проведение лабораторных исследований точности дозирования различных ингредиентов сухой кормосмеси при разном количестве активаторов.

Материал и методы исследования. Основной проблемой при разработке вибромашин является определение достоверных закономерностей распределения вибраций в толще сыпучего материала из-за большого количества факторов, влияющих на процесс (влажность материала, коэффициенты внутреннего трения, плотность материала, средний диаметр частиц и т.д.).

Распространение вибрации в сыпучем слое можно рассматривать как волновой процесс, так как вибрационные импульсы передаются в виде продольных и поперечных волн. Поперечные волны, вследствие особенностей физико-механических свойств сыпучих материалов, быстро гаснут, и наиболее важными для изучения являются продольные волны.

В исследованиях, проведенных автором [8], установлены зависимости между длиной волны λ и распределением амплитуд колебаний A в толщине слоя h по мере удаления от источника колебаний, выделены три случая распределения амплитуд в слое (рис. 1):

– $h > \lambda$ – затухание колебаний по длине происходит в слое, толщина которого меньше расстояния h ;

– $h \approx \lambda$, – затухание колебаний по длине происходит в слое, толщина которого меньше расстояния h , но при этом существенное вли-

яние на процесс оказывают свойства сыпучего материала;

– $h < \lambda$ – распределение колебаний по длине не зависит от свойств среды, а зависимость изменения величины амплитуды A к толщине слоя h по мере удаления от источника колебаний является линейной.

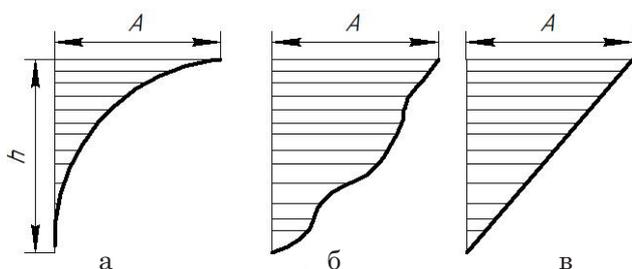


Рисунок 1 – Схема распределения амплитуд колебаний по мере удаления от источника колебаний:

а) $h > \lambda$; б) $h \approx \lambda$; в) $h < \lambda$

Основным фактором, характеризующим работу вибродозаторов, является точность дозирования компонентов. В конструкциях лотковых вибродозаторов для получения высокой точности необходимо обеспечить максимально однородное распределение амплитуды колебаний A в толщине слоя h дозируемого материала.

Результаты приведенных выше исследований указывают на то, что уже на расстоянии $\approx h/2$ слоя материала от места приложения вибрации (как правило, дно лотка) амплитуда колебаний в лучшем случае равняется $\approx A/2$, а ближе к поверхности слоя стремится к нулю.

Решением этой проблемы, на наш взгляд, является установка упругих активаторов в дно лотка вибродозатора, которые будут передавать виброколебания в верхние слои дозируемых сыпучих ингредиентов, что позволит повысить точность дозирования сыпучих компонентов, увеличить пропускную способность установки и снизить расход энергии.

Для проведения предварительных исследований разработана лабораторная установка модернизированного лоткового вибродозатора, отличительной особенностью которого является то, что в дно лотка устанавливаются активаторы, представляющие собой стальные стержни диаметром 2 мм, позволяющие распространять вибрацию равномерно во всем слое сыпучего материала.

На рисунке 2 представлены схема и лабораторная установка вибрационного лоткового дозатора сыпучих материалов с установленными активаторами.

Вибрационный дозатор включает в себя разгрузочный лоток 9, прикрепленный при помощи упругих опор 4 к основанию 7. В дно разгрузочного лотка установлены активаторы 10. Электродвигатель 5, соединенный гибким приводом с вибродиском 8. Вибродиск установлен на жестком кронштейне, который, в свою очередь, закреплен на днище лотка. В вибродиске на разных диаметрах выполнены отверстия, в которые устанавливается дисбалансный грузик 6. Над разгрузочным лотком, на опорах 2, неподвижно установлен бункер 1. Управление электродвигателя вибропривода осуществляется системой управления 3.

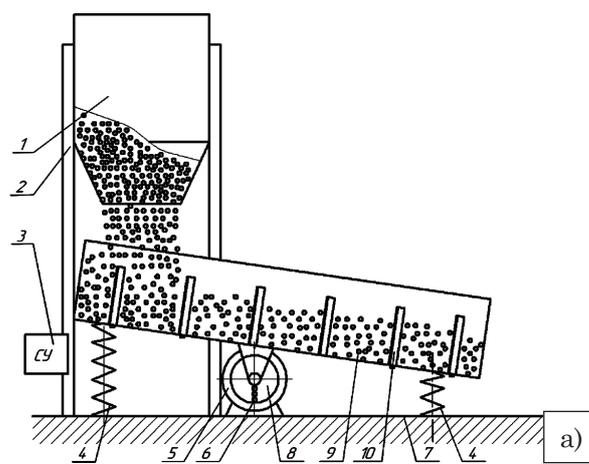


Рисунок 2 – Лотковый вибрационный дозатор:

- а) схема: 1 – бункер; 2 – опора бункера; 3 – система управления; 4 – упругая опора; 5 – электродвигатель; 6 – дисбалансный грузик; 7 – основание; 8 – вибродиск; 9 – разгрузочный лоток; 10 – активатор;
б) лабораторная установка

Вибрационный дозатор для дозирования сыпучих материалов работает следующим образом. Первоначально сыпучий мате-

риал засыпается в бункер 1, откуда под действием силы собственной тяжести он поступает на разгрузочный лоток 9, который приводится в колебательное действие за счет вращения вибродиска 8 электродвигателем 5. Для изменения амплитуды колебаний в вибродиске на разных диаметрах выполнены отверстия, в которые устанавливается дисбалансный грузик 6. Изменение частоты колебаний осуществляется регулировкой оборотов электродвигателя посредством системы управления 3. Для более эффективной передачи вибрационного воздействия от вибропривода разгрузочный лоток прикреплен к основанию 7 при помощи упругих опор 4 для получения равномерного псевдооживленного состояния сыпучего материала, во всей толщине сыпучего материала предусмотрены активаторы 10, передающие вибрационные колебания от дна разгрузочного лотка.

Исходным материалом для исследований явились: в качестве зерна – пшеница сорта Ирень с относительной влажностью 25 %, средний диаметр зерна равен 3,8 мм, и витамин А (бета-каротин) в виде порошка, средний диаметр микрогранул равен 0,8 мм.

В качестве средств измерения использованы: тахометр DT-2234А – для определения частоты вращения вала вибратора; секундомер СДС_{пр.1} – для регистрации времени опыта; виброметр портативный ОКТАВА-110А – для определения амплитуды колебаний.

При проведении экспериментальных исследований амплитуда $A = 2,88 \times 10^{-3}$ м и частота колебаний вибрототка $\omega = 41$ с⁻¹ устанавливались постоянными для обоих видов дозируемых материалов при толщине слоя материала над дном выгрузного лотка $h = 30$ мм.

В дно лотка устанавливалось 6, 12 и 18 активаторов (рис. 3а, б, в). Каждый опыт проводился с пятикратной повторностью.

Результаты предварительных исследований вибрационного дозатора с установленными активаторами позволили определить зависимость изменения пропускной способности вибродозатора Q при дозировании зерен пшеницы в зависимости от количества используемых активаторов (рис. 4), зависимость изменения пропускной способности вибродозатора Q при дозировании микрогранул бета-каротина в зависимости от количества используемых активаторов (рис. 5).

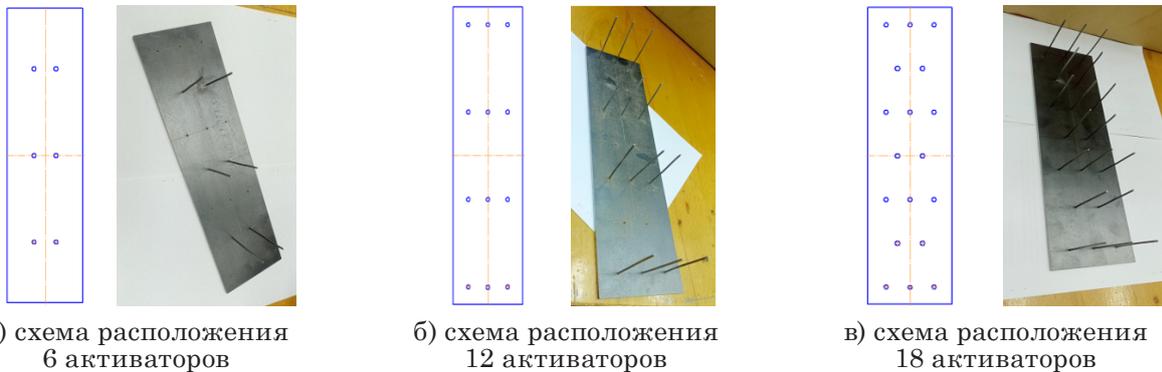


Рисунок 3 – Схема расположения активаторов

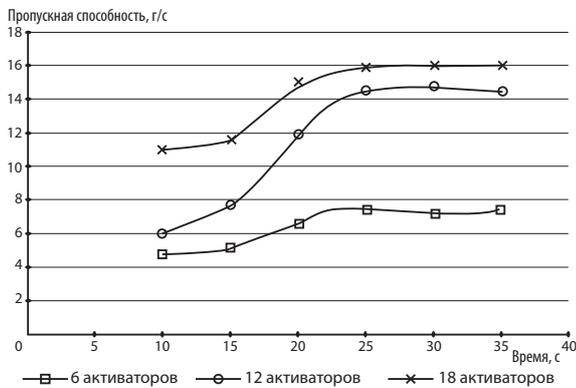


Рисунок 4 – Зависимости изменения пропускной способности вибродозатора Q при дозировании зерен пшеницы в зависимости от количества используемых активаторов

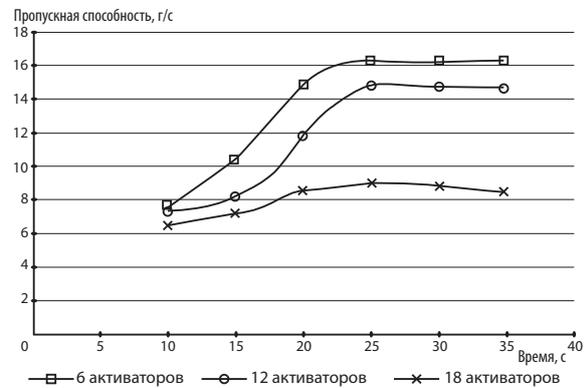


Рисунок 5 – Зависимости изменения пропускной способности вибродозатора Q при дозировании микрогранул бета-каротина в зависимости от количества используемых активаторов

В результате исследований влияния пропускной способности вибродозатора в зависимости от количества используемых активаторов установлено, что с увеличением количества активаторов при дозировании зерен пшеницы (средний размер частиц 3,8 мм) пропускная способность повышается практически в два раза, но при дозировании частиц бета-каротина (средний размер частиц 0,8 мм) пропускная способность с увеличением числа активаторов снижается практически в два раза.

Одним из важнейших параметров работы любого типа дозаторов является точность дозирования. Предварительные исследования вибрационного дозатора с установленными активаторами позволили определить зависимость изменения точности вибродозатора S при дозировании зерен пшеницы в зависимости от количества используемых активаторов (рис. 6), зависимость изменения точности вибродозатора S при дозировании микрогранул бета-каротина в зависимости от количества используемых активаторов (рис. 7).

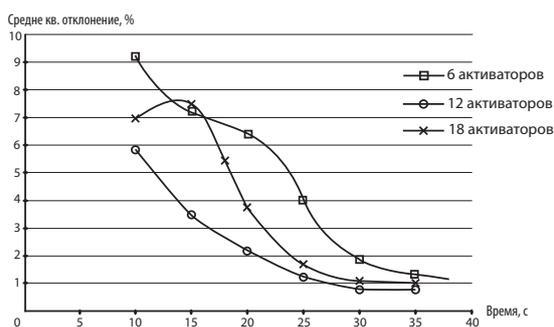


Рисунок 6 – Зависимости изменения точности вибродозатора S при дозировании зерен пшеницы в зависимости от количества используемых активаторов

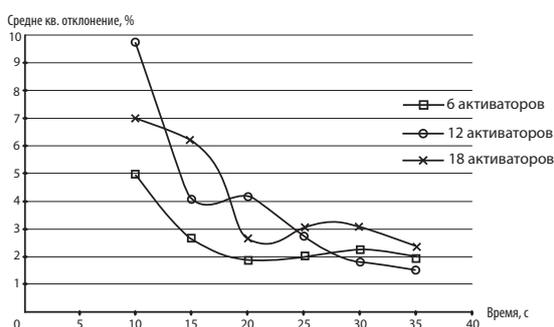


Рисунок 7 – Зависимости изменения точности вибродозатора S при дозировании частиц бета-каротина в зависимости от количества используемых активаторов

Отклонения точности дозирования по времени дозирования и одновременном влиянии количества активаторов на данный процесс

определяется средним квадратичным отклонением по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{1/n}}, \quad (1)$$

где \bar{x} – среднее арифметическое значение результатов;

n – число измерений.

В результате исследований влияния количества используемых активаторов на точность вибродозатора установлено, что независимо от среднего размера частиц дозируемого компонента, при установившемся режиме работы дозатора, с увеличением числа активаторов происходит повышение точности дозирования.

Выводы. Таким образом, установлено, что использование активаторов в конструкции вибрационных дозаторов оказывает существенное влияние на параметры дозирования, а именно происходит существенное повышение пропускной способности при дозировании зерна. С увеличением количества активаторов с 6 до 18 (с шагом 6) пропускная способность возрастает с 7,6 до 16 г/с, что составляет рост 210 %, а при дозировании частиц бета-каротина с увеличением числа активаторов с 6 до 18 (с шагом 6) происходит снижение пропускной способности с 8,2 до 4,3 г/с, что составляет снижение на 190 %.

Исследование закономерностей точности дозирования в зависимости от числа активаторов и среднего диаметра частиц показало, что точность дозирования зерен пшеницы варьирует в диапазоне от 0,8 до 1,3 %, частиц бета-каротина – от 1,6 до 2,4 %.

Выявленные закономерности, а именно влияние среднего размера частиц и количества используемых активаторов на производительность процесса и точность дозирования, требуют дальнейшего более детального изучения с целью определения оптимальных конструктивно-технологических параметров.

Список источников

1. Витвинова М. А. Результаты исследований вибродозатора зерна // Вклад молодых ученых в реализацию приоритетных направлений развития аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции молодых ученых. Ижевск, 2021. С. 238–242.
2. Влияние износа рабочих органов на эффективность работы дробилки зерна / В. И. Ширококов, А. А. Мякишев, В. А. Баженов [и др.] // Сельский механизатор. 2022. № 3. С. 28–29.
3. Исследование показателей работы дробилки закрытого типа / В. И. Ширококов, П. В. Дородов,

Л. Я. Новикова [и др.] // Сельский механизатор. 2020. № 11. С. 16–17.

4. Кислякова Е. М. Интенсификация производства молока на основе прогрессивных приемов кормления коров в условиях Удмуртской Республики: спец. 06.02.08 «Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных, технология кормов»: дис. ... д-ра с.-х. наук / Кислякова Елена Муллауровна. Ижевск, 2018. 335 с.

5. Патент 172549 Российская Федерация, МПК В02С 13/00 (2006.01), Дробилка для зерна с вибрационным отделителем неорганических примесей / Ширококов В. И., Баженов В. А., Жигалов В. А., Петров В. А., Витвинова М. А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА – № 2016145551; заявл. 21.11.2016; опубл. 12.07.2017, Бюл. № 20. 2 с.: ил.

6. Патент 210106 Российская Федерация, МПК В01Д47/02 (2006.01), Модернизированный пылеуловитель для дробилок зерна / Ширококов В. И., Новикова Л. Я., Шмыков С. Н., Дородов П. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА – № 2021126126; заявл. 03.09.2021; опубл. 29.03.2022, Бюл. № 10. 2 с.

7. Петров В. А., Ширококов В. И. Совершенствование процесса очистки зерна от неорганических примесей перед дроблением // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки Удмуртской Республики Григория Андреевича Коралева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства Удмуртской Республики, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Бориса Дмитриевича Зонова. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. С. 236–241.

8. Федоренко И. Я. Вибрационные процессы и устройства в АПК: монография. Барнаул: Алтайский ГАУ, 2016. 289 с.

9. Федоров О. С. Совершенствование конструкции зерновых молотковых дробилок // Интеллектуальные системы в производстве. 2008. № 2 (12). С. 110–113.

10. Федоров О. С., Ширококов В. И. Совершенствование технологического процесса дозирования ингредиентов комбинированных кормов // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 1 (69). С. 55–64.

11. Ширококов, В. И., Иванов А. Г., Федоров О. С. Модернизированная дробилка фуражного зерна // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 1. С. 21–23.

12. Ширококов В. И., Шмыков С. Н. Комплексная оценка эффективности работы дробилок зерна открытого и закрытого типов // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: материалы Международной

научно-практической конференции, посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, 11–13 ноября 2020 года, г. Ижевск. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. 2021. С. 230–235.

References

1. Vitvinova M. A. Rezul'taty issledovaniy vibrodazatora zerna // Vklad molodyh uchenykh v realizaciyu prioritnykh napravlenij razvitiya agrarnoj nauki: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenykh. Izhevsk, 2021. S. 238–242.

2. Vliyanie iznosa rabochih organov na effektivnost' raboty drobilki zerna / V. I. Shirobokov, A. A. Myakishev, V. A. Bazhenov [i dr.] // Sel'skij mekhanizator. 2022. № 3. S. 28–29.

3. Issledovanie pokazatelej raboty drobilki zakrytogo tipa / V. I. Shirobokov, P. V. Dorodov, L. Ya. Novikova [i dr.] // Sel'skij mekhanizator. 2020. № 11. S. 16–17.

4. Kislyakova E. M. Intensifikaciya proizvodstva moloka na osnove progressivnykh priemov kormleniya korov v usloviyah Udmurtskoj Respubliki: spec. 06.02.08 «Kormoproizvodstvo, kormlenie sel'skohozyajstvennykh zhivotnyh, tekhnologiya kormov»: dis. ... d-ra s.-h. nauk / Kislyakova Elena Mullanurovna. Izhevsk, 2018. 335 s.

5. Patent 172549 Rossijskaya Federaciya, MPK В02С 13/00 (2006.01), Drobilka dlya zerna s vibracionnym otdelitel'em neorganicheskikh primesej / Shirobokov V. I., Bazhenov V. A., Zhigalov V. A., Petrov V. A., Vitvinova M. A.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Izhevskaya GSKHA – № 2016145551; zayavl. 21.11.2016; opubl. 12.07.2017, Byul. № 20. 2 s.: il.

6. Patent 210106 Rossijskaya Federaciya, MPK В01Д47/02 (2006.01), Modernizirovannyj pyleulovitel' dlya drobilok zerna / Shirobokov V. I., Novikova L. Ya., Shmykov S. N., Dorodov P. V.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Izhevskaya GSKHA – № 2021126126; zayavl. 03.09.2021; opubl. 29.03.2022, Byul. № 10. 2 s.

7. Petrov V. A., Shirobokov V. I. Sovershenstvovanie processa ochistki zerna ot neorganicheskikh primesej pered drobleniem // Nauchnoe obespechenie inzhenerno-tekhnicheskoy sistemy APK: problemy i perspektivy: materialy Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 60-letiyu raboty kafedry ekspluatatsii i remonta mashin agroinzhenernogo fakul'teta, 90-letiyu doktora himicheskikh nauk, professora, zaslužennogo deyatela nauki Udmurtskoj Respubliki Grigoriya Andreevicha Korableva i 85-letiyu kandidata tekhnicheskikh nauk, professora, zaslužennogo rabotnika sel'skogo hozyajstva Udmurtskoj Respubliki, pochetnogo rabotnika vysshego professional'nogo obrazovaniya Rossijskoj Federacii Borisa Dmitrievicha Zonova. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA, 2020. S. 236–241.

8. Fedorenko I. Ya. Vibracionnye processy i ustrojstva v APK: monografiya. Barnaul: Altajskij GAU, 2016. 289 s.

9. Fedorov O. S. Sovershenstvovanie konstrukcii zernovykh molotkovykh drobilok // Intellektual'nye sistemy v proizvodstve. 2008. № 2 (12). S. 110–113.

10. Fedorov O. S., Shirobokov V. I. Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa dozirovaniya ingredientov kombinirovannykh kormov // Vestnik Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2022. № 1 (69). S. 55–64.

11. Shirobokov, V. I., Ivanov A. G., Fedorov O. S. Modernizirovannaya drobilka furazhnogo zerna // Traktory i sel'hozmashiny. 2010. № 1. S. 21–23.

12. Shirobokov V. I., Shmykov S. N. Kompleksnaya ocenka effektivnosti raboty drobilok zerna otkrytogo i zakrytogo tipov // Razvitie inzhenerogo obrazovaniya i ego rol' v tekhnicheskoy modernizacii APK: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 65-letiyu podgotovki inzhenerov-mekhanikov Izhevskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademiej, 11–13 noyabrya 2020 goda, g. Izhevsk. Izhevsk: FGBOU VO Izhevskaya GSKHA. 2021. S. 230–235.

Сведения об авторах:

О. С. Федоров , кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-6079-6897>;

В. И. Ширококов, кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-5091-1190>

Удмуртский ГАУ, ул. Студенческая, 9, Ижевск, Россия, 426069

fos1973@yandex.ru

Original article

INVESTIGATION OF THE OPERATION OF THE UPGRADED TRAY VIBRATION DISPENSER OF AVMA INGREDIENTS

Oleg S. Fedorov , **Vladimir I. Shirobokov**

Udmurt State Agricultural University, Izhevsk, Russia

fos1973@yandex.ru

Abstract. *To maximize the advantages of vibration during the intensification of technological processes, it is necessary to provide a uniform vibration load from the point of application of the vibrational impact on the entire thickness of the bulk material. The most effective way is to use elastic activators. The purpose of the research is to determine the operation patterns of the upgraded tray vibration dispenser. To conduct the research, a laboratory installation of an upgraded tray vibration dispenser with activators installed in the bottom of the tray, providing an opportunity to spread vibration evenly throughout the entire layer of bulk material, has been developed. Wheat grains of the Iren variety, the average grain size of 3.8 mm and vitamin A (beta-carotene) were used as the dosed material. The average diameter of microgranules is 0.8 mm. As a result of the research, it has been found that the use of elastic activators significantly affects the technical and economic performance of tray vibration dispensers. There is a significant increase in throughput capacity when dosing grains, with an increase in the number of activators from 6 to 18 (in increments of 6). The throughput capacity increases from 7.6 g/s to 16 g/s, it is an increase by 210 %, and when dosing beta-carotene particles with an increase in the number of activators from 6 to 18 (in increments of 6), the throughput capacity decreases from 8.2 g/s to 4.3 g/s, it is a decrease by 190 %. A study of the regularities of dosing accuracy depending on the number of activators and the average diameter of particles shows that the accuracy of dosing wheat grains varies from 0.8 % to 1.3 %, beta-carotene particles from 1.6 % to 2.4 %. The obtained results of pilot studies indicate that the introduction of activators has a significant impact on the technological performance of the dispenser, and further research is required to determine the optimal design and technological parameters.*

Key words: *vibration amplitude, vibration frequency, premix, AVMA, inertial property, ingredients dosing accuracy.*

For citation: *Fedorov O. S., Shirobokov V. I. Investigation of the operation of the upgraded tray vibration dispenser of AVMA ingredients. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2024; 2(78): 140-146. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_2_140-146.*

Authors:

O. S. Fedorov , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6079-6897>;

V. I. Shirobokov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-5091-1190>

Udmurt State Agricultural University, 9 Studencheskaya St., Izhevsk, Russia, 426069

fos1973@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 11.03.2024; одобрена после рецензирования 15.03.2024; принята к публикации 28.05.2024.

The article was submitted 11.03.2024; approved after reviewing 15.03.2024; accepted for publication 28.05.2024.

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ АВТОРСКИХ МАТЕРИАЛОВ

1. К публикации принимаются соответствующие основным научным направлениям журнала статьи, содержащие новые, ранее не опубликованные результаты научных исследований, разработки, готовые к практическому применению, а также материалы, представляющие познавательный интерес.

2. Рукопись статьи представляется непосредственно в редакцию журнала или присылается по почте (e-mail). Статья должна содержать следующие структурные элементы: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования (желательно наличие иллюстративного материала: таблицы, рисунки), выводы.

3. Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman. Размер шрифта 14 (для основного текста), 12 – для дополнительного текста (текста таблиц, списка литературы и т. п.). Междустрочный интервал для текста полуторный; режим выравнивания – по ширине, расстановка переносов – автоматическая. Формат бумаги А4 (210×297 мм). Поля: сверху, снизу, слева – 2,0 см, справа – 2,5. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту (1,27 или 1,5 см). Номера страниц ставятся внизу и посередине.

4. Таблицы должны быть созданы в Microsoft Word. Шрифт шапки таблицы – 11 (жирн.), текста таблицы – 12. Междустрочный интервал для таблиц одинарный. Ширина таблицы должна совпадать с границами основного текста, горизонтальные таблицы необходимо поместить в отдельные файлы.

5. В рисунках необходимо предусмотреть 1,5-кратное уменьшение. Дополнительно рисунки представляются в отдельных файлах в одном из следующих форматов: *.jpeg, *.eps, *.tiff.

6. Все математические формулы должны быть тщательно выверены. Электронная версия представлена в формате Microsoft Equation 3.1.

7. Объем рукописи должен быть не менее 14 стандартных страниц текста, включая таблицы и рисунки.

8. Сведения об авторе должны содержать: фамилию, имя, отчество, ученую степень, ученое звание, должность, полное название орга-

низации – место работы каждого автора в именительном падеже, страна, город (на русском и английском языках); ORCID, e-mail для каждого автора, корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

9. Название статьи приводится на русском и английском языках.

10. Аннотация приводится на русском и английском языках и повторяет структуру статьи: актуальность, цель, задачи, материал и методы, результаты исследования, выводы. Аннотация должна содержать не менее 200 слов.

11. Ключевые слова или словосочетания отделяются друг от друга запятой. Ключевые слова приводятся на русском и английском языках.

12. Пристатейный список литературы должен оформляться по ГОСТ 7.5-2008. В тексте статьи ссылки на литературу оформляются в виде номера в квадратных скобках на каждый источник. В список литературы желательно включать статьи из периодических источников за последние 10 лет (их доля должна составлять не менее 80 %): научных журналов, материалов конференций, сборников научных трудов и т. п., нельзя ссылаться на неопубликованные работы. Источники (не менее 7) в списке литературы размещаются строго в алфавитном порядке. Сначала приводятся работы авторов на русском языке, затем на других языках. Все работы одного автора необходимо указывать по возрастанию годов издания. Количество ссылок на работы авторов не должно превышать 20 %.

Авторы несут ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном списке литературы, а также за точность приводимых в рукописи цитат, фактов, статистических данных. Пристатейный список литературы приводится на русском языке.

13. Статьи, оформленные с нарушением требований, рассматриваться и публиковаться не будут.

14. Рецензирование всех научных статей обеспечивается редакцией. Рецензирование проводят члены редакционной коллегии или приглашенные редакцией рецензенты.

AUTHORS' INSTRUCTIONS FOR ARTICLES SUBMISSION AND PUBLICATION

1. Articles submitted for publication should conform to the main scientific directions of the journal, contain previously unpublished results of original researches, developments which are ready for use in practical work, as well as the materials of cognitive interest.

2. Manuscripts should be presented to the editorial office directly or submitted by mail (e-mail). The article should include the following structural parts: relevance, the aim and tasks, materials and methods, research results (supporting data and illustrative material are desirable: tables, drawings), conclusions.

3. The print size type of the text is Times New Roman, font size 14 is for the main part, 12 – for the additional text (tables, literature references etc.). Line spacing is one-and-a-half; justified alignment; automatic hyphenation. The article must be printed on paper with format of A4 (210×297). The sidelines: above, below and left – 2 cm, right – 2.5 cm. The paragraph break must be the same in the whole text (1.27 or 1.5 cm). Page numbers are put in the centre below.

4. Tables must be executed in Microsoft Word. The font of table heading is 11 (bold), table texts – 12; single space. The width of the table must be the same as the main text lines, horizontal tables should be placed in a separate file.

5. Necessary to provide for 1.5-fold reduction in the drawings. In addition, the drawings are presented in separate files in one of the following formats: *.jpeg, *.eps, *.tiff.

6. All mathematical formulae must be accurately adjusted. The electronic version should be provided in format Microsoft Equation 3.1.

7. The volume of the manuscript should not be less than 14 standard pages of the text including tables and drawings.

8. Information about the author should contain: the surname, first name and patronymic; science degree, academic rank, position, full name of organization – place of work of every author, city

and country (in the Russian and English languages); ORCID, e-mail of every author, correspondent postal address and contact telephone number (may be one for all authors).

9. The title of the article is given in Russian and English.

10. The annotation of the article is given in Russian and English and it should reflect the structure of the article: relevance, the aim and tasks, materials and methods, research results, conclusions. The annotation should contain minimum 200 words.

11. Key words or word combinations are separated by semicolon. Key words are printed in Russian and English.

12. The reference list of the article is to be made according to the state standard GOST 7.0.5-2008. References to the resources are made in the text of the article in the form of a corresponding order number in the list enclosed in square brackets. The reference list should include articles from periodicals for the last 10 years (their share should be at least 80 %): peer-reviewed journals, conference proceedings, collection of scientific papers etc., unpublished papers should not be put on the reference list. The reference sources (at least 7) are listed in alphabetical order. First the papers of authors are given in Russian, then in other languages. All the papers of one author should be indexed in ascending order of the years of publishing. The number of references to the authors' papers should not exceed 20 %.

The authors are responsible for the correctness of data given in the literature reference list of the article, as well as for the accuracy of citations, facts, statistical information provided in the manuscript. The reference list of the article is given in Russian.

13. Papers which do not conform to the requirements mentioned above shall not be taken for consideration, reviewing and publishing.

14. Review of all scientific articles is provided by the editorial staff. The peer review is carried out by the editors or external reviewers.