

Научный журнал  
Основан в 2010 г.  
Выходит девять раз в год

Учредитель  
Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Коми научный центр Уральского отделения  
Российской академии наук»

# ИЗВЕСТИЯ

КОМИ НАУЧНОГО ЦЕНТРА  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

№ 7 (73)

Серия «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

2024

**Главный редактор** – акад. РАН А. М. Асхабов  
**Зам. главного редактора** – чл.-корр. РАН С. В. Дёгтева  
**Зам. главного редактора** – чл.-корр. РАН В. Н. Лаженцев  
**Ответственный секретарь** – к.и.н. Д. В. Милохин

## Редакционный совет:

акад. РАН В. В. Алексеев, акад. РАН А. А. Барях, акад. РАН В. И. Бердышев, д.м.н. Е. Р. Бойко,  
чл.-корр. РАН И. Н. Болотов, акад. РАН В. Н. Большаков, Ph.D. (Econ.) К. Борисова-Маринова (Болгария),  
д.ф.-м.н. Т. М. Бречко (Польша), к.г.-м.н. И. Н. Бурцев, акад. РАН А. Д. Гвишиани, д.ф.-м.н. Н. А. Громов,  
д.и.н. И. Л. Жеребцов, д.б.н. В. Г. Зайнуллин, чл.-корр. РАН В. А. Ильин, акад. РАН С. В. Кривовичев,  
И. В. Курляк, акад. РАН А. В. Кучин, чл.-корр. РАН Ю. Б. Марин, акад. РАН В. П. Матвеевко,  
д.и.н. В. И. Меньковский (Беларусь), акад. РАН Г. А. Месяц, чл.-корр. РАН А. А. Москалев,  
д.э.н. Л. А. Попова, д.г.-м.н. А. М. Пыстин, чл.-корр. РАН И. М. Рощевская,  
акад. РАН М. П. Рощевский, д.х.н. С. А. Рубцова, д.и.н. Э. А. Савельева, д.и.н. Т. С. Садыков (Казахстан),  
чл.-корр. РАН А. Ф. Титов, д.б.н. С. Н. Харин, к.б.н. И. Ф. Чадин, акад. РАН В. Н. Чарушин, д.т.н. Ю. Я. Чукреев,  
д.б.н. Е. В. Шамрикова, акад. РАН В. С. Шацкий, д.э.н. А. Г. Шеломенцев, к.э.н. А. А. Юдин

## Редакционная коллегия серии «Сельскохозяйственные науки»:

д.б.н. В. Г. Зайнуллин (ответственный редактор серии),  
к.э.н. Т. В. Тарабукина (ответственный секретарь серии),  
д.с.-х.н. В. Д. Абашев, д.с.-х.н. А. А. Артемьев, д.с.-х.н. Г. П. Бабайлова,  
д.б.н. К. С. Бобкова, д.б.н. А. А. Дымов, д.б.н. С. В. Загирова, д.с.-х.н. Л. М. Козлова,  
д.с.-х.н. Е. М. Лисицын, д.с.-х.н. В. В. Пахучий, д.б.н. И. А. Плотников, д.г.-м.н. М. П. Тентюков,  
д.б.н. А. Л. Федорков, д.ветеринар.н. А. В. Филатов, д.с.-х.н. Н. Т. Чеботарев,  
чл.-корр. РАН И. Н. Щенникова, к.э.н. А. А. Юдин

## Адрес редакции:

167982, ГСП-2, Республика Коми, г. Сыктывкар,  
ул. Коммунистическая, д. 24  
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, каб. 317, 318.  
Тел. (8212) 24-47-79  
E-mail: journal@frc.komisc.ru  
www.izvestia.komisc.ru

## ISSN 1994-5655

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору  
за соблюдением законодательства в сфере массовых  
коммуникаций и охране культурного наследия.

Свид. о регистрации средств массовой информации  
ПИ № ФС 77- 26969 от 11 января 2007 г.

Подписной индекс в каталоге «Почта России» 52047  
Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий ВАК

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Коми научный центр Уральского отделения  
Российской академии наук», 2024

Science Journal  
Founded in 2010  
Published 9 times a year

Established by  
Federal State Budgetary  
Institution of Science  
Federal Research Centre  
«Komi Science Centre, Ural Branch, RAS»

# PROCEEDINGS

OF THE KOMI SCIENCE CENTRE  
URAL BRANCH  
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

**№ 7 (73)**

**«AGRICULTURAL SCIENCES» series**

**2024**

**Editor-in-chief** – RAS acad. A. M. Askhabov

**Deputy editor-in-chief** – RAS corresp. member S. V. Degteva

**Deputy editor-in-chief** – RAS corresp. member V. N. Lazhentsev

**Executive secretary** – Cand. Sci. (Hist.) D. V. Milokhin

## Editorial Council:

RAS acad. V. V. Alekseev, RAS acad. A. A. Baryakh, RAS acad. V. I. Berdyshev, Dr. Sci. (Med.) E. R. Bojko,  
RAS corresp. member I. N. Bolotov, RAS acad. V. N. Bolshakov, Ph. D. (Econ.) K. Borisova-Marinova (Bulgaria),  
Dr. Sci. (Phys.-Math.) T. M. Brechko (Poland), Cand. Sci. (Geol.-Mineral.) I. N. Burtsev, RAS acad. A. D. Gvishiani,  
Dr. Sci. (Phys.-Math.) N. A. Gromov, Dr. Sci. (Hist.) I. L. Zherebtsov, Dr. Sci. (Biol.) V. G. Zainullin,  
RAS corresp. member V. A. Ilyin, RAS acad. S. V. Krivovichev, I. V. Kurtyak, RAS acad. A. V. Kuchin,  
RAS corresp. member Yu. B. Marin, RAS acad. V. P. Matveenko, Dr. Sci. (Hist.) V. I. Men'kovsky (Belarus),  
RAS acad. G. A. Mesyats, RAS corresp. member A. A. Moskalev, Dr. Sci. (Econ.) L. A. Popova,  
Dr. Sci. (Geol.-Mineral.) A. M. Pystin, RAS corresp. member I. M. Roshchevskaya,  
RAS acad. M. P. Roshchevsky, Dr. Sci. (Chem.) S. A. Rubtsova, Dr. Sci. (Hist.) E. A. Savelyeva,  
Dr. Sci. (Hist.) T. S. Sadykov (Kazakhstan), RAS corresp. member A. F. Titov, Dr. Sci. (Biol.) S. N. Kharin,  
Cand. Sci. (Biol.) I. F. Chadin, RAS acad. V. N. Charushin, Dr. Sci. (Tech.) Yu. Ya. Chukreev, Dr. Sci. (Biol.) E. V. Shamrikova,  
RAS acad. V. S. Shatsky, Dr. Sci. (Econ.) A. G. Shelomentsev, Cand. Sci. (Econ.) A. A. Yudin

## Editorial Board of the series «Agricultural Sciences»:

Dr. Sci. (Biol.) V. G. Zainullin (executive editor of the series),  
Cand. Sci. (Econ.) T. V. Tarabukina (executive secretary of the series),  
Dr. Sci. (Agric.) V. D. Abashev, Dr. Sci. (Agric.) A. A. Artemyev, Dr. Sci. (Agric.) G. P. Babailova,  
Dr. Sci. (Biol.) K. S. Bobkova, Dr. Sci. (Biol.) A. A. Dymov, Dr. Sci. (Biol.) S. V. Zagirova, Dr. Sci. (Agric.) L. M. Kozlova,  
Dr. Sci. (Agric.) E. M. Lisitsyn, Dr. Sci. (Agric.) V. V. Pakhuchy, Dr. Sci. (Biol.) I. A. Plotnikov,  
Dr. Sci. (Geol.-Mineral.) M. P. Tentyukov, Dr. Sci. (Biol.) A. L. Fedorkov, Dr. Sci. (Veterinary) A. V. Filatov,  
Dr. Sci. (Agric.) N. T. Chebotarev, RAS corresp. member I. N. Shchennikova, Cand. Sci. (Econ.) A. A. Yudin

## Editorial Office:

Office 317, 318 Komi Science Centre, Ural Branch, RAS  
24, Kommunisticheskaya st., GSP-2,  
Syktyvkar 167982, Komi Republic  
Tel. +7 8212 244779  
E-mail: journal@frc.komisc.ru  
www.izvestia.komisc.ru

The "Russian Post" catalogue subscription index 52047

*The journal is included in the list of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation*

© Federal State Budgetary Institution  
of Science Federal Research Centre  
"Komi Science Centre, Ural Branch, RAS", 2024

## ISSN 1994-5655

Registered by the Russian Federal Surveillance Service  
for Compliance with the Law in Mass Communications  
and Cultural Heritage Protection.

The certificate of mass media registration -  
ПИ № ФС 77-26969 dated 11 January, 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Н. П. Бакаева</b>	
Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте .....	5
<b>Г. А. Баталова, Е. М. Лисицын</b>	
Модель сорта пленчатого овса для алюмокислых почв Северо-Востока европейской части России .....	10
<b>О. В. Броварова, Н. Т. Чеботарев, Е. А. Бессолицына</b>	
Действие пометнолигнинного компоста на продуктивность агроценозов Республики Коми .....	19
<b>Т. А. Булеков, В. Б. Лиманская, Н. И. Филиппова</b>	
Ломкоколосник ситниковый – ценная кормовая культура сухой степи Казахстана .....	26
<b>В. П. Головунин, С. А. Замятин</b>	
Продуктивность жимолости синей сорта «Нижегородский десерт» на различных уровнях минерального и органического питания .....	32
<b>С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко</b>	
Оценка сортов люпина узколистного для целей регенеративного (восстановительного) земледелия .....	38
<b>Е. В. Жеряков</b>	
Особенности роста и развития растений отечественных гибридов сахарной свеклы в период гербицидного стресса .....	43
<b>В. Г. Зайнуллин, А. М. Турлакова, А. Н. Пожирицкая, Е. А. Галкина, В. Г. Грязнов</b>	
Влияние предпосевной обработки переменными магнитными полями и повышенных доз органических удобрений на урожай картофеля .....	48
<b>С. А. Замятин, Р. Б. Максимова</b>	
Влияние препарата ПроРостим на урожайность зерна ячменя в условиях Республики Марий Эл .....	54
<b>В. М. Зарипова</b>	
Фенология сортов земляники садовой в южной лесостепи Башкортостана .....	58
<b>И. В. Зацепина</b>	
Использование регулятора роста растений рибав-экстра при укоренении клоновых подвоев груши и айвы одревесневшими черенками .....	62
<b>В. Н. Ковшова</b>	
Проблемы сельскохозяйственного использования выработанных торфяно-болотных почв и их решение .....	68
<b>Т. В. Косолапова, А. Г. Тулинов</b>	
Изучение селекционного материала <i>Phalaris arundinacea</i> по основным хозяйственно ценным признакам .....	74
<b>М. А. Максимчик</b>	
Направления совершенствования государственной поддержки оленеводства как многофункциональной отрасли агропромышленного комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа и Арктической зоны Российской Федерации .....	79
<b>В. В. Маликов</b>	
Оценка резистентности природных популяций вредителей зерновых запасов к фосфину .....	89
<b>А. Н. Пожирицкая, А. М. Турлакова, В. Г. Зайнуллин</b>	
Влияние электромагнитного излучения на повышение всхожести семян .....	99
<b>Л. А. Попова, А. А. Шаманин, Л. Н. Головина, О. Ю. Павловская</b>	
Результаты оценки гибридов картофеля в питомниках селекционного процесса в условиях Архангельской области .....	102
<b>М. А. Розова, К. А. Усова</b>	
Влияние защитно-стимулирующих комплексов на морфометрические показатели люпина узколистного в условиях Вологодской области в 2023 году .....	110
<b>О. Л. Салтыкова, Н. П. Бакаева</b>	
Урожайность, накопление белка и крахмала в зерне ярового ячменя от основной обработки почвы .....	116
<b>А. К. Свечников</b>	
Влияние азотных удобрений на выход пожнивно-корневых остатков в зернотравяном севообороте .....	122
<b>М. И. Сергушкина, О. О. Зайцева, Т. В. Полежаева, О. Н. Соломина, А. Н. Худяков, О. Н. Шуплецова</b>	
Криосохранение каллусных клеток <i>Lupinus Angustifolius</i> L. при низких температурах в условиях электроморозильника .....	127
<b>М. А. Смолякова, Л. Н. Дулепинских</b>	
Современные технологии в кормопроизводстве .....	133
<b>Т. Н. Чуйкина</b>	
Запасы продуктивной влаги на полях и опасные агрометеорологические явления в Челябинской области летом 2023 года .....	137
<b>Юбилей</b>	
Зайнуллин Владимир Габдуллович .....	140
Шарапова Ирина Эдмундовна .....	141
Памяти известного ученого-аграрника Гавриила Ивановича Гагиева (1914–2007) .....	142

## CONTENTS

<b>N. P. Bakaeva</b>	
Yield of spring barley and assessment of the production process indicators in the crop rotation.....	5
<b>G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn</b>	
Model of <i>Avena sativa</i> L. cultivar for aluminum acid soils of the European North-East of Russia.....	10
<b>O. V. Brovarova, N. T. Chebotarev, E. A. Bessolitsina</b>	
The effect of manure-lignin compost on the productivity of agrocenoses in the Komi Republic.....	19
<b>T. A. Bulekov, V. B. Limanskaya, N. I. Fillipova</b>	
<i>Psathyrostachys júncea</i> as a valuable forage crop of the dry steppe of Kazakhstan.....	26
<b>V. P. Golovunin, S. A. Zamyatin</b>	
Productivity of the blue honeysuckle variety “Nizhegorodsky dessert” at different mineral and organic nutrition levels.....	32
<b>S. A. Emelev, E. S. Lybenko</b>	
Evaluation of narrow-leaved lupine varieties for the purposes of regenerative (restorative) agriculture.....	38
<b>E. V. Zheryakov</b>	
Growth and development features of sugar beet domestic hybrids during the herbicide stress period.....	43
<b>V. G. Zainullin, A. M. Turlakova, A. N. Pozhiritskaya, E. A. Galkina, V. G. Gryaznov</b>	
Effect of pre-sowing treatment with alternating magnetic fields and increased doses of organic fertilisers on potato yield.....	48
<b>S. A. Zamyatin, R. B. Maksimova</b>	
Effect of the ProRostim preparation on barley grain yield in the Mary El Republic.....	54
<b>V. M. Zaripova</b>	
Phenology of garden strawberry varieties in the southern forest-steppe zone of Bashkortostan.....	58
<b>I. V. Zatsepina</b>	
Use of the Ribav-extra plant growth regulator for rooting of woody cuttings of pear and quince clonal understocks.....	62
<b>V. N. Kovshova</b>	
Questions on the agricultural use of depleted peatlands and their solution.....	68
<b>T. V. Kosolapova, A. G. Tulinov</b>	
Evaluation of <i>Phalaris arundinacea</i> breeding material by the main economically valuable traits.....	74
<b>M. A. Maksimchik</b>	
Directions for improving the state support of reindeer breeding as a multifunctional branch of the agro-industrial complex of the Yamal-Nenets Autonomous District and the Arctic zone of the Russian Federation.....	79
<b>V. V. Malikov</b>	
Resistance assessment of natural populations of grain reserves pest to phosphine.....	89
<b>A. N. Pozhiritskaya, A. M. Turlakova, V. G. Zainullin</b>	
The effect of electromagnetic radiation as increasing the seed germination.....	99
<b>L. A. Popova, A. A. Schamanin, L. N. Golovina, O. Yu. Pavlovskaya</b>	
Evaluation results of potato hybrids in breeding nurseries in the conditions of the Arkhangelsk Region.....	102
<b>M. A. Rozova, K. A. Usova</b>	
Influence of the protective-stimulating complexes on the morphometric indicators of narrow-leaved lupine in the conditions of the Vologda Region in 2023.....	110
<b>O. L. Saltykova, N. P. Bakaeva</b>	
Yield, protein and starch accumulation in spring barley grain in dependence of basic tillage.....	116
<b>M. I. Sergushkina, O. O. Zaitseva, T. V. Polezhaeva, O. N. Solomina, A. N. Khudyakov, O. N. Shupletsova</b>	
Cryopreservation of callus cells of <i>Lupinus angustifolius</i> L. at low temperatures in an electric freezer.....	127
<b>M. A. Smolyakova, L. N. Dulepinskih</b>	
Modern technologies in fodder production.....	133
<b>T. N. Chuikina</b>	
Available water reserves in fields and dangerous agrometeorological phenomena in the Chelyabinsk Region in the summer of 2023.....	137
<b>Anniversaries</b>	
Zainullin, Vladimir Gabdullovich.....	140
Sharapova, Irina Edmundovna.....	141
To the memory of the famous agricultural scientist Gavriil Ivanovich Gagiev (1914-2007).....	142

## Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте

Н. П. Бакаева

Самарский государственный аграрный университет,  
Самарская область, г. Кинель  
bakaevanp@mail.ru

### Аннотация

Если проводить сравнение ячменя и пшеницы, то первый обладает более высокой степенью устойчивости к разным условиям роста, в частности, к составу почвы и выбору удобрений. Но, вместе с тем, самая высокая урожайность, конечно и будет получена с почвы с богатым и питательным составом и нейтральной кислотностью с обычным содержанием минеральных веществ. Как показывают научные исследования, которые проводятся уже много десятилетий, яровой ячмень является высокорезультативной сельскохозяйственной культурой, дающей большие объемы урожая при минимальном внесении минеральных удобрений. При этом основные параметры качества культуры, такие как зернистость, объемы зерен с одного колоса, количество сырого белка и т. д., демонстрируют довольно высокие значения.

Урожайность зерна (ц/га) и сбор сырого белка (кг/га) имели наиболее повышенные значения на 14,3 и 12,8 % соответственно по сравнению с неудобренным вариантом. Менее значительное увеличение было определено для уровня пленчатости, биологической урожайности, продуктивной кустистости и числа зерен в колосе на 7,8–10,9 %. Выход зерна, высота растений, масса зерна с одного колоса показали незначительное повышение от 4 до 6,5 %.

Коэффициент хозяйственного севооборота по приведенным признакам не превышал значения 0,5, что говорит о среднем уровне в общем продукционном процессе в севообороте.

Рассчитанные коэффициенты вариации означают, что изученные показатели довольно близки и взаимосвязаны, но и при изменяющихся условиях могут меняться вполне синхронно.

### Ключевые слова:

яровой ячмень, минеральные удобрения, урожайность, выход зерна, продуктивная кустистость, число зерен в колосе, коэффициент хозяйственного севооборота

## Yield of spring barley and assessment of the production process indicators in the crop rotation

N. P. Bakaeva

Samara State Agrarian University,  
Samara Region, Kinel  
bakaevanp@mail.ru

### Abstract

Barley is less demanding, compared to wheat, for soil fertility and mineral fertilizers. However, high grain yields are collected from fertile soils with a thick arable horizon, a neutral reaction of the soil solution and an average content of mineral substances. According to the long-term studies, spring barley is a highly productive agricultural crop that delivers high yields against the minimum introduction of mineral fertilisers. The main qualitative parameters of grain such as size of a grain, number of grains in an ear, content of crude protein etc. have high values.

The grain productivity (c/ha) and crude protein harvest (kg/ha) values strongly exceeded those of the non-fertilised plot by 14.3 and 12.8 %, respectively. The increase in the hoodness level, biological yield, productive bushiness and number of grains in an ear by 7.8–10.9 % was not as strong. The grain yield, plant height, and grain weight from an ear showed a slight increase from 4 to 6.5 %.

The economic crop rotation coefficient according to the above signs did not exceed 0.5, which indicates an average level in the overall production process in the crop rotation. The calculated variation coefficients mean that the studied indicators are quite similar and interrelated, can change quite synchronously under changing environmental conditions.

### Keywords:

spring barley, mineral fertilisers, productivity, grain yield, productive bushiness, number of grains per ear, economic crop rotation coefficient

## Введение

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) относится к одному из самых важных продуктов в мировом масштабе, который применяют в самых разных производствах и отраслях промышленности. Прежде всего, в пищевой отрасли, где из ячменя делают муку, содержащую в себе массу полезных и биологически активных веществ, минералов, белка. Мука из ячменя способствует профилактике и терапии многих заболеваний, в том числе раковых опухолей [1].

В самом ячменном зерне присутствует большой объем белка, крахмала, что помогает решать вопросы с кормом для сельскохозяйственного скота и птицы. Кроме того, культура богата на аминокислоты, лизин и триптофан, что делает зерно очень ценным и полезным продуктом. Нельзя не сказать и о том, что без ячменя невозможно производство пива – одного из самых популярных в мире напитков [2].

Многие исследователи, в том числе и П. Н. Константинов, отмечают, что ячмень относится к одним из самых адаптивных растений, способных расти практически в любых климатических и погодных условиях, переносить длительные периоды засухи и повышенной влажности, а также расти на почвах с разным составом [там же].

Цель исследования – провести анализ различных научных трудов и определить уровень урожайности культуры, оценить главные параметры процесса выращивания с применением минеральных удобрений.

## Материалы и методы

Место проведения опыта – Самарский государственный аграрный университет. Исследователи использовали материалы, накопленные с 2004 г., и на их основе провели анализ таких параметров, как объемы урожайности и оценивание процесса выращивания культуры в общем севообороте. Испытания проходили в полевых условиях, на опытных участках в Самарской области и на территориях Заволжья. Данная местность характеризуется определенными климатическими особенностями: осадки выпадают в количестве около 411 мм ежегодно, а в весенне-летние месяцы практически не превышают 260 мм. Активный период вегетации сельскохозяйственных растений приходится именно на эти месяцы. Температурный режим умеренный, почва промерзает в среднем на 120 см вглубь. Если говорить об интенсивности засухи, то она обладает средними параметрами, а самые высокие показатели могут отмечаться в течение 4–6 лет, если брать средний показатель за 10 лет [3].

Рассматривая погодные условия в этой местности, мы видим, что в период проведения научной работы они не соответствовали обычным, были не самыми благоприятными для выращивания ячменя и прочих зерновых сельскохозяйственных растений [4].

В рассматриваемой нами области состав почвы подходит для выращивания ячменя, а также прочих сельскохозяйственных культур. В частности, такой сорт ячменя, как Беркут широко используется в данной местности и дает высокие урожаи. Его применяют в парозерновом севообо-

роте, когда на чистое поле проводят высадку зерна озимой пшеницы, затем яровой, а напоследок высаживают ячмень, который характеризуется высокой устойчивостью к низким температурам, что позволяет высаживать его в первые дни мая, применяя стандартные методы посева, используемые в данной местности [5].

Прежде чем проводить покос, ячмень удобряли таким средством, как  $N_{10}P_{10}K_{10}$ . Когда растение переходило на этап кущения, его также обрабатывали гербицидами, в частности, Примой, которую вносили в количестве 500 мл на 1 га посевов.

Объемы урожайности вычисляли посредством сноповой методики, принятой еще в конце прошлого века. Исследование основных параметров продуктивности ячменя проводили при помощи отечественных стандартов, а при анализе полученных материалов и результатов исследований применяли статистический подход Б. А. Доспехова, а также современные компьютерные программы, одной из которых может быть STAT-1 [6].

## Результаты и их обсуждение

Итоги проведенного исследования параметра объемов урожайности и оценивание продуктивности процесса выращивания культуры продемонстрированы в нижеприведенной таблице.

### Объемы урожайности и оценивание основных параметров продуктивного процесса выращивания ярового ячменя в севообороте

#### Total productivity and evaluation of the main productive process parameters of spring barley cultivation in crop rotation

Показатели	Без удобрений	Удобренный фон	Кoeffициент вариации, CV, %
Норма посева, шт/м <sup>2</sup>	500	500	–
Количество дней от всходов до колошения	40,1	42,7	7
Урожай, ц/га НСР <sub>05</sub> общ. =1,73 ц/га	19,6	22,4	13
Выход зерна, %	58,4	62,2	12
Продуктивная кустистость, шт.	2,02	2,24	6,7
Высота растения, см	53,4	56,7	4,9
Число зерен в колосе, шт.	9,4	10,6	3,8
Масса зерна с одного колоса, г	1,0	1,04	4,6
Сбор сырого белка, кг с 1 га	412,9	456,2	12
Пленчатость, %	9,1	9,7	5,6
Биологическая урожайность, ц/га	35,0	38,7	15
К хоз. севооборота	0,44	0,49	–

При использовании удобрений количество дней увеличилось практически на 2,5–2,6 дня, в сравнении с растениями, для которых не применяли удобрения, что говорит о том, что некоторый объем макроэлементов внесенных веществ попал в габитус культур.

Если рассматривать итоги анализа параметра объема получаемого зерна, длины стебля культуры, объема зерна с одного колоса, мы видим, что, в сравнении с теми куль-

турами, которые росли без дополнительного питания, они обладают незначительно увеличившимися показателями, что составило около 6,5; 6,2; 4,0 % соответственно.

Как показали результаты эксперимента, удобренный ячмень имеет более высокую продуктивность, по сравнению с неудобренным участком. В частности, кустистость увеличилась на 10,9 %, а объем зерна в одном колосе составил около 10,5 %.

Итоги многолетних исследований доказали, что для обеспечения продуктивности и густоты стеблей в посевах необходимо проводить своевременное удобрение минеральными веществами, благодаря которым также берегаются все качества сорта культуры. Что касается продуктивной кустистости, то это параметр, характеризующий результативность продуктивной густоты стеблей, и именно от него во многом зависит объем урожайности культуры. Так, продуктивность влияет на 50 % на объем урожая и на 25 % – на объемы зернистости в каждом колосе [7]. Данные изысканий демонстрируют, что урожайность зерна (ц/га) и сбор сырого белка (кг/га) на удобренном фоне имели повышенные значения на 14,3–12,8 % соответственно.

В процессе обмолота, сортировки и высева зерно поддается механическому повреждению. Поэтому гораздо эффективнее высевать сорта культуры, у которых зерна покрыты мякиной оболочкой, защищающей их от повреждений. Если вносить удобрения под посевы, увеличивается пленчатость зерна, во многом зависящая от среды, в которой культура растет (состав почвы, погодные условия и т. д.). Конечно, данный параметр является одной из характеристик сортов культуры. Рассматривая растения, выращенные без подкормки, видим, что указанный параметр равен около 9,1, что гораздо ниже, чем у удобренных культур (9,8). Согласно полученным значениям, это сорт с толстой пленкой, который нельзя применять в производстве пива, так как в пленке присутствует масса разных компонентов, в частности, дубильных веществ, ухудшающих качество и вкус напитка.

Что касается биологической продуктивности урожая, то она вмещает в себя общее значение урожайности и компоненты системы урожая. В нашем исследовании данный параметр продемонстрировал высокий результат у посевов с удобренного участка, а также свыше 10,7 % объема урожая в сравнении с посевами с неудобренного участка.

Рассматриваемый нами сорт Беркут идеально подходит для применения в кормовых целях, а также в продовольственной сфере.

Для вычисления эффективности необходимо сравнивать полученные результаты с теми расходами, которые были затрачены для получения подобного показателя. Коэффициент хозяйственного севооборота по приведенным признакам не превышал значения 0,5, что говорит о среднем уровне в общем производственном процессе в севообороте.

Рисунок демонстрирует оценивание процесса продуктивности с основными параметрами. Все указанные дан-

ные показывают, что самые высокие показатели – у растений с удобренного участка.

Коэффициент вариации имеет подобный характер изменений по показателям, представленным на рисунке, это указывает на то, что исследованные параметры практически аналогичны, обладают определенными связями, но

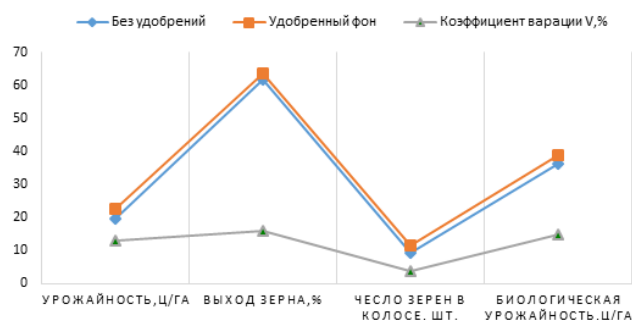


Рисунок. Урожайность и оценка производственного процесса.  
Figure. Productivity and production process evaluation.

если происходит перемена условий, они также трансформируются практически одновременно.

### Заключение

Ячмень относится к одним из самых уникальных сельскохозяйственных культур, способных расти в любых условиях, он отлично подходит для формирования севооборота. Если проводить сравнение с пшеницей, то ячмень более неприхотлив, менее требователен к удобрениям. Но, вместе с тем, самые высокие объемы урожая все же созревают именно на плодородной, питательной почве, богатой минеральными элементами, с нейтральным уровнем кислотности. Поэтому культура входит в перечень сельскохозяйственных растений, обладающих мировым значением для продовольственной безопасности многих стран: параметр урожайности во всем мире составляет практически 2,20 т/га, в нашей стране он дает около 1,5 т/га ежегодно, а озимый ячмень, – более 3,2 т/га [там же].

Согласно результатам долгих научных исследований, яровой ячмень является уникальным растением, способным давать обильные урожаи зерна при небольших объемах вносимых минеральных удобрений. Все основные характеристики культуры, растущей на удобренных участках почвы, всегда показывают более высокие значения, по сравнению с теми посевами, которые росли на неудобренной почве.

Применение полного минерального удобрения увеличило изучаемые показатели на разные величины и значения. Количество дней от всходов до колошения ярового ячменя при применении удобрений увеличилось на 2,6 дня на удобренном фоне по сравнению с вариантом без удобрений. Урожайность зерна (ц/га) и сбор сырого белка (кг/га) имели повышенные значения на 14,3 и 12,8 % соответственно.

На удобренном фоне, по сравнению с вариантом без удобрений, были определены повышенные уровни пленчатости, биологической урожайности, продуктивной кустистости и числа зерен в колосе на 7,8; 10,7; 10,9 и 10,5 % соответственно.

Выход зерна, высота растений, масса зерна с одного колоса показали, что, по сравнению с неудобренным вариантом, данные параметры имели незначительное повышение значений на 6,5; 6,2 и 4,0 % соответственно.

Коэффициент хозяйственного севооборота по приведенным признакам не превышал значения 0,5, что говорит о среднем уровне в общем продукционном процессе в севообороте.

Рассчитанные коэффициенты вариации означают, что изученные показатели довольно близки и взаимосвязаны, но и при изменяющихся условиях могут меняться вполне синхронно.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Ширяев, А. В. Накопление пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы в зависимости от удобрений, предшественников и способа обработки почвы / А. В. Ширяев // Вестник Курской ГСХА. – 2015. – № 8. – С. 145–149.
2. Бакаева, Н. П. Влияние систем обработки почвы и удобрений на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя / Н. П. Бакаева, А. С. Васильев, В. Г. Кутилкин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 2. – С. 3–9.
3. Белоусова, Н. В. Продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от системы обработки почвы и удобрений / Н. В. Белоусова // Вклад молодых ученых в аграрную науку : материалы Международной научно-практической конференции, Самара, 07 апреля 2021 года. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – С. 19–21.
4. Бакаева, Н. П. Формирование урожая ярового ячменя и содержание крахмала в зависимости от способов основной обработки почвы / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова, А. С. Васильев // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : материалы XIV Международной научно-практической интернет-конференции, Московская обл., Пушкинский р-н, рп. Правдинский, 07–09 июня 2022 года. – Москва : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – С. 124–130.
5. Бакаева, Н. П. Урожайность и углеводо-амилазный комплекс зерна ярового ячменя при возделывании в Среднем Поволжье / Н. П. Бакаева // Сетевой научный журнал РГАТУ. – 2023. – № 1 (1). – С. 40–49.
6. Бакаева, Н. П. Принцип оптимизации при возделывании культур в парозерновом севообороте с применением соломы предшественника / Н. П. Бакаева // Приоритетные направления научно-технологического развития аграрного сектора России : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Бурятия, Улан-Удэ, 08 ноября 2023 года. – Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, 2023. – С. 283–289.
7. Брагин, Р. Н. Оценка показателей адаптивности сортов ярового ячменя по урожайности в условиях изменчивости природной среды / Р. Н. Брагин, Н. Г. Филиппов // Зерновое хозяйство России. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 18–24.

## References

1. Shiryaev, A. V. Nakoplenie pozhnivno-kornevykh ostatkov ozimoy pshenicy v zavisimosti ot udobrenij, predshestvennikov i sposoba obrabotki pochvy [Accumulation of crop and root residues of winter wheat depending on fertilisers, predecessors, and methods of tillage] / A. V. Shiryaev // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2015. – № 8. – P. 145–149.
2. Bakaeva, N. P. Vliyanie sistem obrabotki pochvy i udobrenij na strukturu urozhaya i kachestvo zerna yarovogo yachmenya [The influence of soil tillage and fertiliser systems on the yield structure and grain quality of spring barley] / N. P. Bakaeva, A. S. Vasiliev, V. G. Kutilkin // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. – 2023. – № 2. – P. 3–9.
3. Belousova, N. V. Produktivnost zernoparovogo sevooborota v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy i udobrenij [Productivity of grain-fallow crop rotation depending on the system of soil cultivation and fertilisers] / N. V. Belousova // Vklad molodykh uchenykh v agrarnuyu nauku [Contribution of Young Scientists to Agricultural Science] : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Samara, April 07, 2021. – Kinel : Formation and Library Center of the Samara State University. – 2021. – P. 19–21.
4. Bakaeva, N. P. Formirovanie urozhaya yarovogo yachmenya i sodержanie krahmala v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy [Formation of spring barley harvest and the starch content depending on the methods of basic tillage] / N. P. Bakaeva, O. L. Saltykova, A. S. Vasiliev // Nauchno-informacionnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya APK [Scientific and Information Support of Innovative Development of Agriculture] : Materials of the XIV International Scientific and Practical Internet Conference, Moscow Region, Pushkinsky District, Pravdinsky settlement, June 07–09, 2022. – Moscow : Russian Research Institute of Information and Technical-Economic Studies on Engineering-Technical Support of the Agroindustrial Complex. – 2022. – P. 124–130.
5. Bakaeva, N. P. Urozhajnost i uglevodo-amilaznyj kompleks zerna yarovogo yachmenya pri vzdelyvanii v Srednem Povolzhye [Productivity and carbohydrate-amylase complex of spring barley grain cultivated in the Middle Volga region] / N. P. Bakaeva // Online scientific journal of RGATU. – 2023. – № 1 (1). – P. 40–49.
6. Bakaeva, N. P. Princip optimizacii pri vzdelyvanii kultur v parozernovom sevooborote s primeneniem solomy predshestvennika [The principle of optimization



in the cultivation of crops in grain-fallow crop rotation using straw of predecessor] / N. P. Bakaeva // *Prioritetnye napravleniya nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya agrarnogo sektora Rossii* [Priority Directions of Scientific and Technological Development of the Agricultural Sector of Russia] : Materials of the All-Russian (National) Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th Anniversary of the Establishment of the Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Buryatia, Ulan-Ude,

November 08, 2023. – Ulan-Ude : Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, 2023. – P. 283–289.

7. Bragin, R. N. Ocenka pokazatelej adaptivnosti sortov yarovogo yachmenya po urozhajnosti v usloviyah izmenchivosti prirodnoj sredy [Assessment of the adaptability indicators of spring barley varieties by yield in conditions of environmental variability] / R. N. Bragin, N. G. Filippov // *Zernovoe hozyajstvo Rossii* [Grain Farming of Russia]. – 2022. – Vol. 14, № 3. – P. 18–24.

#### **Информация об авторе:**

**Бакаева Наталья Павловна** – доктор биологических наук, профессор кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология» Самарского государственного аграрного университета; Scopus Author ID: 57211157997, <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>, Author ID РИНЦ 778978 (446442, Российская Федерация, Самарская область, г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, ул. Учебная, д. 2; e-mail: bakaevanp@mail.ru).

#### **About the author:**

**Natalia P. Bakaeva** – Doctor of Sciences (Biology), Professor at the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology of the Samara State Agrarian University; Scopus Author ID: 57211157997, <https://orcid.org/0000-0003-4784-2072>, Author ID РИНЦ 778978 (2 Uchebnaya str., Ust-Kinelsky village, Kinel, 446442 Samara Region, Russian Federation; e-mail: bakaevanp@mail.ru).

#### **Для цитирования:**

Бакаева, Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте / Н. П. Бакаева // *Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки»*. – 2024. – № 7 (73). – С. 5–9.

#### **For citation:**

Bakaeva, N. P. Urozhajnost yarovogo yachmenya i ocenka pokazatelej produkcionnogo processav sevooborote [Yield of spring barley and assessment of the production process indicators in the crop rotation] / N. P. Bakaeva // *Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences"*. – 2024. – № 7 (73). – P. 5–9.

Дата поступления статьи: 09.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 09.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Модель сорта пленчатого овса для алюмокислых почв Северо-Востока европейской части России

Г. А. Баталова, Е. М. Лисицын

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого, г. Киров

g.batalova@mail.ru  
edaphic@mail.ru

### Аннотация

В полевых условиях 2015–2021 гг. были оценены и проанализированы количественные характеристики роста и развития растений овса пленчатого (*Avena sativa* L.) с целью модификации модели сорта овса для условий алюмокислых дерново-подзолистых почв. опыты проведены на двух почвенных фонах: нейтральном (рН 6,4, без подвижного алюминия) и алюмокислом (рН 3,93–4,05, с содержанием подвижного алюминия около 13 мг/100 г почвы). Показано значительное разнообразие реакций коллекционного и селекционного материалов овса на условия выращивания по степени развития элементов структуры продуктивности растений, размерам листовой поверхности и содержанию зеленых (хлорофиллы) и желтых (каротиноиды) пигментов флаговых листьев. На алюмокислых почвах выделены образцы овса пленчатого с пониженным относительно контроля (сорт Аргамак) уровнем депрессии площади флагового листа: селекционные номера И-4595 (48,6 %), И-4592 (51,0 %), 2h09 (62,5 %) и др. В условиях нейтрального почвенного фона среднее содержание пигментов во флаговых листьях пленчатого овса составило 13,54; 8,23 и 3,49 мг/г сухой массы для хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов соответственно. При изменении почвенных условий эти средние величины снизились до уровня 7,74; 3,86 и 2,81 мг/г сухой массы. В наименьшей степени депрессия содержания хлорофилла *a* на кислой почве коснулась таких селекционных образцов, как к-3752 (19,4 %), И-4815 (24,4 %), а у образца И-4388 отмечен стимулирующий эффект – содержание пигмента выросло на 6,9 %. Изменение содержания хлорофилла *b* было наименьшим для образцов И-4592 (снижение – на 28,9 %), И-4815 (на 33,9 %), И-3752 (на 35,0 %). В результате проведенной работы выделены генотипы пленчатого овса, превышающие на 10–15 % урожайность стандартных сортов при выращивании в стрессовых почвенных условиях. На основе полученных данных предложена модель сорта пленчатого овса для условий алюмокислых почв.

### Ключевые слова:

*Avena sativa* L., дерново-подзолистая почва, структура продуктивности, хлорофилл, каротиноиды, площадь листа, урожайность

## Model of *Avena sativa* L. cultivar for aluminum acid soils of the European North-East of Russia

G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn

N. V. Rudnitskiy Federal Agricultural Research Centre of the North-East,

Kirov  
g.batalova@mail.ru  
edaphic@mail.ru

### Abstract

In the field conditions of 2015–2021, we evaluated and analysed quantitative growth and development characteristics of oat plants (*Avena sativa* L.) to modify the model of oat cultivar for conditions of aluminum acid sod-podzolic soils. The experiments were carried out in two soil backgrounds: neutral (pH 6.4, without mobile aluminum) and aluminum acid (pH 3.93–4.05 with a mobile aluminum content of about 13 mg/100 g of soil). There exist significant differences in reactions of the collection and breeding oat material to growing conditions by the development of yield structure elements, leaf surface size, and content of green (chlorophylls) and yellow (carotenoids) pigments in flag leaves. The samples of covered oats in aluminum acid soils with a lower (relatively to the control (Argamak cultivar)) level of flag leaf area depression were identified. They were the breeding samples И-4595 (48.6 %), И-4592 (51.0 %), 2h09 (62.5 %) and others. Under neutral soil conditions, the average pigment content in flag leaves of covered oats was 13.54; 8.23 and 3.49 mg/g dry weight for chlorophylls *a*, *b* and carotenoids, respectively. When soil conditions changed, these averages decreased to a level of 7.74; 3.86 and 2.81 mg/g dry weight. The chlorophyll *a* content depression in acid soil was least expressed in the following breeding samples as к-3752 (19.4 %), И-4815 (24.4 %). The sample И-4388 demonstrated a reverse effect – its pigment content increased by 6.9 %. The change in chlorophyll *b* content was relatively low for the breeding samples И-4592 (decrease by 28.9 %), И-4815 (by 33.9 %), and И-3752 (by 35.0 %). By the study results, we identified the genotypes of covered oats that exceeded the yield of standard cultivar by 10–15 % when grown in stress soil conditions. Based on the obtained data, we proposed a model of the covered oat cultivar for aluminum acid.

### Keywords:

*Avena sativa* L., sod-podzolic soil, yield structure, chlorophyll, carotenoids, leaf area, yield

## Введение

К настоящему времени для условий Северо-Востока Нечерноземной зоны Российской Федерации разработаны модели сортов основных зерновых культур [1–3]. Анализируя эти модели, можно отметить, что, во-первых, разные авторы используют различные параметры для описания модели сорта; во-вторых, эти модели разработаны для селекционных целей (определить направление селекционных разработок); в-третьих, они предлагаются для возделывания в оптимальных почвенно-агротехнических условиях. Между тем, почвы Нечерноземья России отличаются большим разнообразием, но основной их тип – дерново-подзолистые низкоплодородные низкогумусовые почвы с высоким уровнем кислотности и низким содержанием питательных веществ. В некоторых регионах, например, в Костромской, Кировской областях и Пермском крае, кислые почвы занимают более 70 % сельскохозяйственных земель [4].

Однако использовать модели сорта можно для двух основных целей, значительно отличающихся между собой по применению на практике, и, соответственно, по предъявляемым требованиям. Первая цель – использование данных подходов для выведения новых стрессоустойчивых сортов (т. е. получение или выделение нового исходного материала). При такой цели большое значение имеет уровень устойчивости растений, т. е. необходимо учитывать относительные уровни развития тех или иных показателей: предлагаемый новый сорт должен превосходить районированный сорт-стандарт по степени проявления признака в стрессовых условиях, независимо от абсолютных показателей продуктивности и урожайности.

Вторая цель – производственная. При такой цели уровень устойчивости сорта не будет иметь решающего значения, основное внимание следует уделить абсолютной продуктивности (урожайности) вне зависимости от уровня устойчивости к стрессам. Другими словами, новый сорт может значительно снизить уровень проявления признака (т. е. иметь низкую устойчивость), но при этом по абсолютным показателям продуктивности в условиях действия стрессового фактора значимо превосходить используемый районированный сорт.

В обоих случаях для описания модели сорта, пригодного к выращиванию в условиях действия стрессовых факторов кислых дерново-подзолистых почв, необходимо проведение многолетних полевых исследований.

Хотя модели сортов сельскохозяйственных культур, постоянно разрабатываемые селекционерами, содержат указания на уровни развития структурных элементов продуктивности, уровни развития таких физиологических параметров, как болезнеустойчивость или устойчивость к абиотическим стрессорам в подобных моделях практически не учитываются. Но поскольку у растений есть только один способ создавать пластические вещества – фотосинтез [5], и все структурные параметры растений определяются работой фотосистем зеленых частей растений, структурно-функциональный состав пигментного комплекса листьев должен стать одним из параметров,

учитывающихся в моделях сортов. Молекулы пигментов преобразуют энергию солнечной радиации в запасаемую химическую энергию [6]. Есть данные о высокой степени наследуемости уровня содержания пигментов в листьях [7]. Наследуемый уровень содержания фотосинтетических пигментов в листьях зерновых культур имеет свою возрастную и структурную динамику, повышаясь от нижних листьев к верхним, становясь максимальным у флагового листа в фазу цветения. Содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) является одним из основных показателей фотосинтетической способности растительных тканей [8]. Этот показатель активно используется в исследовательской практике при создании или оценке устойчивости растений к абиотическим стрессам, в частности, засухе [9]. Создание новых, более продуктивных сортов зерновых культур часто связано именно с количественными изменениями пигментного состава листьев [10, 11]. Поэтому все более актуальным становится анализ содержания хлорофиллов и каротиноидов в растениях, который позволяет получить информацию о том, за счет каких структурно-функциональных особенностей пигментного аппарата может происходить повышение продуктивности и качества получаемого зерна.

Овес возделывают практически повсеместно на территории России и в большинстве стран мира. Мировое производство зерна овса в 2020 г. составило 25,18 млн т (<https://www.tridge.com/ru/intelligences/oats/production>), в России – 4,13 млн т (20,1 % мирового производства). С учетом сбалансированного по аминокислотному составу белка и высокого содержания масла в зерне овес имеет преимущества перед пшеницей и ячменем для использования на корм скоту и птице [12]. В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) проводят исследования в области селекции овса пленчатого и голозерного. Овес пленчатый преимущественно используют на кормовые цели, для получения кормовой массы, овес голозерный целесообразен в переработке на продовольственные цели.

В связи с этим, основная цель настоящего исследования – модификация существующей модели сорта пленчатого овса (*Avena sativa* L.) при возделывании его на сильнокислых почвах с высоким содержанием ионов трехвалентного алюминия. Новизна предлагаемой работы заключается, во-первых, в выявлении оптимальных параметров развития элементов структуры продуктивности овса при возделывании на сильнокислой почве, во-вторых, во включении в модель сорта дополнительных диагностических параметров, оценивающих степень адаптивности растений к кислым почвам.

## Материалы и методы

Данные получены в 2015–2021 гг. при выращивании различных наборов коллекционных и селекционных образцов овса пленчатого (от 30 до 100 генотипов в разные годы исследования) в сравнении со стандартами – сортами Кречет и Аргамак, на Фаленской селекционной станции – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока на двух фонах дерново-подзолистых почв: окультуренном (рН 6,4, Al<sup>3+</sup>

0,96 мг/100 г почвы) и алюмоокислом (рН 3,93–4,05, Al<sup>3+</sup>12,60–13,49 мг/100 г почвы). Посев проводили в оптимальные агротехнические сроки с нормой высева 600 всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>, площадь делянки – 1 м<sup>2</sup>, повторность – трехкратная, агротехника – принятая для овса в местных условиях, предшественник – зернобобовые культуры. Наблюдения, оценки и учеты осуществлены в соответствии с государственной методикой [13]. Оценка содержания фотосинтетических пигментов – на спектрофотометре «UVmini-1240» производства Shimadzu Corporation (Japan) в ацетоновых вытяжках флаговых листьев по методике [14]. Статистическую обработку выполнили методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07), программ Microsoft Office Excel 2002 и 2013 и StatSoft Statistica 10. В тексте отдельные генотипы обозначены не только по их названию, но и по номеру каталога Всероссийского института генетических ресурсов растений (бывший ВИР, г. Санкт-Петербург), из коллекции которого получены данные образцы; в этом случае указаны номер каталога, начинающийся с буквы «к», и название сорта (например, к-15174 Furlong и т. д.).

Погодные условия разных лет исследования значительно отличались по периодам роста и развития растений, что позволило максимально учесть реакцию сортов на условия вегетации (табл. 1).

## Результаты и их обсуждение

При выращивании на алюмоокислом почвенном фоне урожайность зерна, превышающую урожайность стандартного сорта на 15 %, в различные по погодным условиям годы показывали разные коллекционные генотипы. Так, в условиях 2015 г. урожайность стандартов Кречет и Аргамак превзошли всего четыре образца из 48 испытанных (IFMI 3437; AC-7; АНТ и к-2164 ВАИ 5014); в 2016 г. из 80 коллекционных номеров – соответственно 29 и 31 образцы; в 2017 г. – 23 и 0 из 100 исследованных; в условиях 2018 г. ни один из испытываемых сортов статистически значимо не превзошел стандарт. В среднем за 2015–2021 гг. превышение над стандартным сортом Кречет более чем на 15 % (по урожайности зерна) имели 27 сортов; над стандартом Аргамак – 13 сортов, некоторые из них представлены в табл. 2.

На урожайность в разной степени влияют такие параметры структуры продуктивности растений, как высота растения, длина метелки, продуктивная кустистость, число колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки, масса 1 тыс. зерен; поэтому в селекции овса на урожайность большое значение имеет подбор доноров и источников по элементам

ее структуры. При этом низкие показатели одних элементов компенсируются в определенной степени более интенсивным развитием других [15].

В различные по метеорологическим условиям годы наибольшее варьирование отмечено для массы зерна метелки (CV=27,2–32,4 % на окультуренном фоне и 27,9–37,0 % на алюмоокислом) и числа зерен в метелке (соответственно CV=28,8–32,3 и 26,3–32,4 %), наиболее стабильным был показатель массы 1 тыс. зерен (CV=10,6–11,4 и 9,4–13,8 %). Для примера в табл. 3 приведены данные о развитии признаков «число колосков в метелке», «число зерен в метелке» и «масса зерна с метелки» у пяти генотипов овса на нейтральном и кислом почвенном фонах.

Однако проведенный статистический анализ данных показал, что ни один из указанных элементов структуры продуктивности не может быть напрямую использован в целях селекции на повышение урожайности культуры в условиях действия эдафических стрессов, поскольку в разные годы были получены различающиеся по абсолютной величине значения коэффициентов парных

Таблица 1

Величины гидротермического коэффициента (2015–2021 годы, пос. Фаленки, Кировская область)

Table 1

Hydrothermal coefficient values (2015–2021, Falenki settlement, Kirov Region)

Период	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Посев – всходы	1,47	1,24	1,10	4,94	1,50	1,32	2,74
Всходы – выметывание	1,13	0,69	6,25	1,56	2,13	1,81	0,87
Выметывание – созревание	1,68	1,01	0,38	1,14	3,22	0,77	1,57
Посев – созревание	1,39	0,84	1,74	1,65	1,91	1,26	1,21

Таблица 2

Средняя урожайность образцов овса, превосходящих стандарты более чем на 15 %, по урожайности зерна при выращивании на алюмоокислых почвах (2015–2021 годы, пос. Фаленки, Кировская область), г/м<sup>2</sup>

Table 2

Average productivity of oats samples exceeding the standard by more than 15 % by crop yield when grown in aluminum acid soils (2015–2021, Falenki settlement, Kirov Region), g/m<sup>2</sup>

Образец	Происхождение	Урожайность средняя	% от стандарта
55h2106	Россия, Московская обл.	198,7	115,5*
Астад	Россия, Ленинградская обл.	199,7	116,5*
Saltaret	Молдова	192	129,0*
Duffy	Германия	213	150,2*
Werva	Германия	133	119,6*
Baiyan N 0.14	Китай	162	117,4*
Яков	Россия, Московская обл.	201,3	117,0*
XIN YUAN	Китай	204,3	118,8*
IFMI 3437	США	207	120,3*
Боец	Россия, Тюменская обл.	207,7	120,8*
50h2035	Россия, Московская обл.	207,7	120,8*
Скроколик	Россия, Ленинградская обл.	210,7	122,5*
100433-4	США	218,5	115,0**
BORYNA	Польша	223,7	117,3**
100433-5	США	274	143,7**

Примечание. Стандартные сорта: \* – Кречет; \*\* – Аргамак.  
Note. Standard cultivars: \* – Krechets, \*\* – Argamak.

Таблица 3

Влияние кислого почвенного фона на развитие элементов структуры продуктивности овса (среднее за 2018–2020 годы)

Table 3

Influence of acid soil background on the development of oats yield structure elements (average for 2018–2020)

Генотип	Колосков в метелке, шт.		Зерен в метелке, шт.		Масса зерна с метелки, г	
	НФ	КФ	НФ	КФ	НФ	КФ
Кречет	20,3	7,8	29,4	9,1	1,00	0,33
Werva	19,3	7,2	32,4	11,7	1,34	0,44
Prelekst	30,0	6,1	46,8	7,3	1,82	0,25
Leniak	28,9	7,1	44,1	8,4	1,57	0,27
Duffy	19,5	12,1	31,4	15,3	1,04	0,49

Условные обозначения. Здесь и в табл. 4: НФ – нейтральный почвенный фон; КФ – алюмокислый почвенный фон.

Symbols. here and in Table 4: НФ – neutral soil background; КФ – aluminum acid soil background.

корреляций. Например, в условиях 2016 г. урожайность генотипов овса на алюмокислом фоне статистически значимо (при  $p \leq 0,05$ ) коррелировала со всеми изученными показателями за исключением продуктивной кустистости ( $r=0,38-0,55$ ). В 2017 г. отмечено существенное влияние на урожайность массы зерна с метелки и массы 1 тыс. зерен ( $r=0,42$  и  $0,62$  соответственно). В 2018 г. на фоне эдафического стресса значимое влияние на урожайность образцов овса оказали высота растения, число колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки ( $r=0,58-0,71$ ), на окультуренной почве – число колосков.

В то же время масса зерна с метелки во все годы исследований находилась в тесной связи с ее озерненностью ( $r=0,93-0,95$ ), числом колосков ( $r=0,70-0,92$ ) и длиной метелки ( $r=0,78-0,83$ ). Для использования в селекции выделены источники с высокой массой зерна с метелки – к-15174 Furlong (0,46 г), к-15333 КСИ 542/05 (0,53 г), к-15280 55h2106 (0,54 г), к-15281 120h2106 (0,61 г), при 0,43 г и 0,45 г у стандарта Кречет соответственно. Статистически значимая положительная связь отмечена между количеством зерен в метелке и числом колосков в ней ( $r=0,89-0,91$ ), количеством зерен в метелке и ее длиной ( $r=0,82-0,87$ ). Лучшими по данному признаку (количество зерен в метелке) в стрессовых условиях роста были генотипы к-15213 Яков (14,3 шт.), к-2987 IFMI 3150 (15,7 шт.), к-15280 55h2106 (15,9 шт.), к-15281 120h2106 (17,1 шт.), к-15279 50h2035 (19,3 шт.).

Как известно, биологическая и хозяйственная урожайность зерновых культур определяется интенсивностью фотосинтетической деятельности листового аппарата растений. На этот параметр оказывают влияние размер листьев (индекс листовой поверхности = Leaf area index (LAI)), продолжительность их активного функционирования и содержание фотосинтетических пигментов. Первые два показателя часто используются в научных и селекционных исследованиях, поскольку тесно коррелируют с зерновой продуктивностью [16, 17].

Положительное влияние на формирование зерновой продуктивности (массы зерна) и озерненности метелки (количества зерен в метелке) оказала площадь листьев

Таблица 4

Коэффициенты корреляции (r) между площадью листьев овса, зерновой продуктивностью и количеством зерен в метелке

Table 4

Correlation coefficients (r) between oats leaf area, crop productivity, and grain number per panicle

Площадь	Фон	Продуктивность		Зерен в метелке, шт.
		метелки	растения	
Флаговый лист	НФ	0,59*	0,59*	0,43
	КФ	0,75*	0,72*	0,76*
Подфлаговый лист	НФ	0,52*	0,59*	0,59*
	КФ	0,71*	0,69*	0,71*
Листья главного стебля	НФ	0,40	0,37	0,59*
	КФ	0,67*	0,63*	0,70*

Примечание. \* – корреляции статистически значимы при  $p \leq 0,05$ .

Note. \* – correlations are statistically significant at  $p \leq 0,05$ .

как в благоприятных почвенных условиях, так и на фоне эдафического стресса (табл. 4).

Исследования показали негативное влияние эдафического стресса на формирование площади отдельных листьев и суммарной площади листьев стебля овса. На алюмокислых почвах выделены образцы овса пленчатого с пониженным относительно контроля (сорт Аргамак) уровнем депрессии площади флагового листа: селекционные номера И-4595 (48,6 %), И-4592 (51,0 %), 2h09 (62,5 %) и др. Превысили стандарт по площади флагового листа только селекционные образцы И-4595, 2h09, И-4553, И-4592 и сорт Кречет, имеющий пониженные показатели депрессии флагового (58,5 %) и подфлагового (53,9 %) листьев, суммарной площади листьев (50,4 %). Аналогичные или близкие к ним показатели имел перспективный образец И-4595. Величина площади подфлагового листа у селекционного образца И-4595 (8,96 см<sup>2</sup>) была выше уровня развития признака у сорта-стандарта Аргамак на фоне эдафического стресса на 2,82 см<sup>2</sup>. Высокие показатели были у образца И-4584, который превзошел стандарт по суммарной площади листьев главного стебля в благоприятных и стрессовых условиях.

Эффективность работы фотосинтетического аппарата зависит от степени развития пигментного комплекса листьев и ассимиляционной поверхности растения, особенно после фазы выметывания [18, 19]. К настоящему времени не удалось показать четкой связи между величиной урожайности зерна и степенью развития пигментного комплекса листьев. В то же время есть указания на необходимость учета параметров, физиологически связанных с продукционным процессом (площадь листьев, содержание хлорофилла, продолжительность жизни листьев и т. д.) при селекции высокоурожайных генотипов зерновых культур [20, 21]. В отдельных работах указывается на значимую связь между содержанием пигментов в листьях овса и кормовой продуктивностью культуры [22].

Наибольший вклад в формирование урожая зерновых вносят два верхних листа [23], поэтому исследователи выбирают индексы площади этих листьев (которые активно функционировали в период заполнения) в качестве критерия

рия для оценки производительности растений [24]. Вклад флагового листа в ежедневную фотосинтетическую продуктивность растений зерновых культур, в частности пшеницы, оценивается в 50–60 % [25], а его удаление приводит к потере 18–30 % урожая зерна [26]. Важность флагового листа в создании урожая зерна объясняется его расположением и самым молодым возрастом из всей листовой массы растения [27].

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, показали, что содержание хлорофилла *a* во флаговых листьях ярового овса может колебаться в довольно широких пределах: коэффициент вариации для нейтрального почвенного фона – от 6,5 (2015) до 23,0 % (2017), для кислого – от 9,0 (2019) до 23,3 % (2017). Наиболее высокий коэффициент депрессии содержания пигмента при воздействии стрессового почвенного фактора (ионов алюминия) отмечен в 2015 г. (60 %), наиболее низкий – в 2017 г. (16,4 %). Таким образом, абсолютные величины содержания пигмента во флаговых листьях значительно варьировали в зависимости от изучаемых факторов.

Результаты оценки содержания пигментов во флаговых листьях на примере 10 образцов овса, выращиваемых на кислом (рН 3,8, содержание алюминия – до 13,5 мг/100 г почвы) и нейтральном (рН 6,0, без подвижного алюминия) почвенных фонах Фаленской селекционной станции, приведены в табл. 5.

Как следует из данных табл. 5, образцы значительно отличались друг от друга по содержанию отдельных элементов

пигментного комплекса хлоропластов флаговых листьев на обоих почвенных фонах. В условиях нейтрального почвенного фона среднее содержание пигментов во флаговых листьях пленчатого овса составило 13,54; 8,23 и 3,49 мг/г сухой массы для хлорофиллов *a*, *b* и каротиноидов соответственно. При изменении почвенных условий эти средние величины снизились до уровня 7,74; 3,86 и 2,81 мг/г сухой массы. Эти величины согласуются с данными других авторов (например, [28]). Таким образом, средний уровень депрессии составил для хлорофилла *a* – 42,8 %; для хлорофилла *b* – 53,1 %; для каротиноидов – 19,5 %. При этом, интересно отметить, что при таком среднем уровне снижения содержания хлорофилла *a*, эта депрессия в большей степени характерна для светособирающих комплексов (снижение величины – на 52,7 %), чем для реакционных центров (снижение – на 17,0 %).

Однако средние показатели можно использовать для сравнительного анализа влияния стресса на пигментные комплексы разных зерновых культур. Для селекционной работы гораздо важнее выделить те образцы, которые значительно отличаются от средних показателей для всей выборки. В таком случае можно отметить, что в наименьшей степени депрессия содержания хлорофилла *a* на кислой почве коснулась таких селекционных образцов, как к-3752 (19,4 %), И-4815 (24,4 %), а у образца И-4388 отмечен стимулирующий эффект – содержание пигмента выросло на 6,9 %.

Изменение содержания хлорофилла *b* было наименьшим для образцов И-4592 (снижение – на 28,9 %), И-4815 (на 33,9 %), И-3752 (на 35,0 %); а для образца И-4388 и по данному параметру не отмечено статистически значимой депрессии.

Исходя из полученных результатов, можно предложить для дальнейшей углубленной селекционной работы перечисленные в предыдущих абзацах образцы, как имеющие в условиях алюмокислого эдафического фона наиболее устойчивые пигментные комплексы.

## Заключение

Учитывая все вышеизложенное, модель сорта ярового овса предлагается дополнить данными о площади листьев и содержании в них пигментов, и для условий алюмокислых дерново-подзолистых почв она будет выглядеть следующим образом (табл. 6).

По аналогичной схеме можно рассчитать использованные нами параметры моделей сорта для других зерновых культур, которые в условиях алюмокислых дерново-подзолистых почв будут обеспечивать получение урожая зерна на уровне, превышающем уровень стандартного районированного сорта на 10–15 %.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Таблица 5  
Содержание пигментов во флаговых листьях селекционных линий овса на разных почвенных фонах (мг/г сухой массы). Среднее за 2016–2021 годы  
Table 5  
Content of pigments in flag leaves of oats breeding lines grown in different soil backgrounds (mg/g dry weight). Average for 2016–2021

Образец	Хл <i>a</i>	Хл <i>b</i>	Каротиноиды	Хл <i>a</i> / хл <i>b</i>	Хл / кар
Нейтральный почвенный фон					
2h12o	16,61±0,48	11,19±0,64	3,80±0,05	1,49±0,04	7,30±0,23
378h08	13,69±0,55	7,96±0,38	3,62±0,10	1,72±0,02	5,96±0,09
397h07	12,14±0,41	6,98±0,32	3,41±0,05	1,74±0,02	5,59±0,14
325h12	14,46±0,32	9,96±0,30	3,31±0,06	1,45±0,02	7,38±0,13
256h12	16,34±0,46	10,51±0,54	3,85±0,12	1,57±0,04	7,00±0,31
И-4592	12,77±0,67	7,24±0,43	3,44±0,20	1,77±0,04	5,82±0,06
И-4388	9,36±0,47	4,84±0,26	3,03±0,09	1,94±0,03	4,68±0,09
И-4815	12,15±0,67	6,76±0,66	3,40±0,08	1,83±0,07	5,55±0,31
к-3752	10,60±2,19	6,67±1,38	2,57±0,53	1,59±0,01	6,71±0,05
И-4808	15,77±0,54	10,18±0,31	3,75±0,11	1,55±0,02	6,93±0,10
Алюмокислый почвенный фон					
2h12o	6,75±0,49	3,27±0,25	2,84±0,11	2,07±0,07	3,51±0,15
378h08	9,48±0,31	4,61±0,21	3,30±0,09	2,07±0,06	4,28±0,12
397h07	6,67±0,43	3,26±0,24	2,48±0,12	2,05±0,07	3,98±0,10
325h12	7,99±0,38	4,07±0,23	2,87±0,13	1,97±0,06	4,20±0,09
256h12	7,76±0,63	3,79±0,33	3,04±0,11	2,05±0,05	3,78±0,19
И-4592	9,87±0,55	5,15±0,34	3,34±0,11	1,92±0,02	4,47±0,12
И-4388	10,01±0,23	5,30±0,17	3,31±0,06	1,89±0,05	4,62±0,08
И-4815	9,18±0,26	4,47±0,12	3,31±0,11	2,05±0,01	4,12±0,05
к-3752	8,54±0,22	4,33±0,17	2,82±0,06	1,98±0,04	4,56±0,08
И-4808	4,07±0,10	2,03±0,09	1,96±0,04	2,02±0,08	3,12±0,06

Таблица 6  
**Параметры модели сортов ярового овса для условий алюмокислых почв  
 Волго-Вятского региона**

Table 6  
**Model parameters of spring oat cultivars for conditions of aluminum acid  
 soils of the Volga-Vyatka Region**

Параметры	Современный модельный сорт*	Модельный сорт для кислых почв
Период вегетации, сут	70-100	70-100
Урожайность, т/га	5,0-6,0	1,9-2,2
Продуктивная кустистость, шт.	1,3-1,4	1,0-1,1
Число зерен в колоске, шт.	1,9-2,0	1,9-2,0
Число зерен в метелке, шт.	35-50	15-19
Масса зерна с метелки, г	1,2-1,3	0,5-0,6
Масса 1 тыс. зерен, г	35-40	30-35
Высота растений, см	65-100	50-100
Выход зерна, %	45-55	35-40
Площадь флагового листа, см <sup>2</sup>	-	3-4
Площадь подфлагового листа, см <sup>2</sup>	-	7-9
Содержание хлорофилла <i>a</i> во флаговом листе, мг/г сухой массы	-	8-10
Содержание хлорофилла <i>b</i> во флаговом листе, мг/г сухой массы	-	4-6
Содержание каротиноидов во флаговом листе, мг/г сухой массы	-	3-3,5

Примечание. \* – по [3].  
 Note. \* – by [3].

## Литература

- Щенникова, И. Н. Модели сортов ярового ячменя для условий Волго-Вятского региона / И. Н. Щенникова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2015. – № 6 (49). – С. 9–13.
- Коряковцева, Л. А. Обоснование параметров модели высокоурожайного сорта яровой мягкой пшеницы для условий Нечерноземной зоны России / Л. А. Коряковцева, Л. В. Волкова // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2014. – № 6 (43). – С. 13–18.
- Баталова, Г. А. Овес. Технология возделывания и селекция / Г. А. Баталова. – Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2000. – 206 с.
- Batalova, G. A. Breeding of grain crops in extreme climatic conditions / G. A. Batalova, I. N. Shchennikova, E. M. Lisitsyn // In: *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies*. – Waretown, NJ : Apple Academic Press, 2016. – P. 3–16.
- Croft, H. Leaf pigment content / H. Croft, J. M. Chen // *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. – Oxford : Elsevier Inc., 2016. – P. 1–22.
- Chen, M. Chlorophyll modifications and their spectral extension in oxygenic photosynthesis / M. Chen // *Annual Review of Biochemistry*. – 2014. – Vol. 83. – P. 317–340.
- Racz, I. The influence of flag leaf removal and its characteristics on main yield components and yield quality indices on wheat / I. Racz, D. Hirişcău, I. Berindean, R. Kadar, E. Muntean [et al.] // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12. – ID 2545.
- Niroula, A. Profile of chlorophylls and carotenoids of wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) microgreens / A. Niroula, S. Khatri, R. Timilsina, D. Khadka, A. Khadka [et al.] // *J Food Sci Technol*. – 2019. – Vol. 56 (5). – P. 2758–2763.
- Tian, H. Responses of photosynthetic characteristics of oat flag leaf and spike to drought stress / H. Tian, Q. Zhou, W. Liu, J. Zhang, Y. Chen [et al.] // *Front. Plant Sci*. – 2022. – Vol. 13. – ID 917528.
- Тарасенко, С. Пигментный состав сортов мягкой озимой пшеницы / С. Тарасенко, Е. Живлюк // *Наука и инновации*. – 2009. – № 7 (77). – С. 25–28.
- Li, X. Chlorophyll fluorescence observed by OCO-2 is strongly related to gross primary productivity estimated from flux towers in temperate forests / X. Li, J. Xiao, B. He // *Remote Sensing of Environment*. – 2018. – Vol. 204. – P. 659–671.
- Gorash, A. Aspects in oat breeding: nutrition quality, nakedness and disease resistance, challenges and perspectives / A. Gorash, R. Armoniene, J. Mitchell Fetch, Ž. Liatukas, V. Danyte // *Annals of Applied Biology*. – 2017. – Vol. 171 (3). – P. 543.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Москва, 1985. – Вып. 1. – 270 с.
- Lichtenthaler, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy / H. K. Lichtenthaler, C. Buschmann // *Current Protocols in Food Analytical Chemistry (CPFA)*. – New York : John Wiley and Sons, 2001. – F4.3.1–F4.3.8.
- Русакова, И. И. Источники хозяйственно ценных признаков для селекции овса пленчатого / И. И. Русакова, Г. А. Баталова, Ю. Е. Ведерников [и др.] // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2016. – № 5 (54). – С. 4–9.
- Gaju, O. Leaf photosynthesis and associations with grain yield, biomass and nitrogen use efficiency in landraces, synthetic-derived lines and cultivars in wheat / O. Gaju, J. DeSilva, P. Carvalho, M.J. Hawkesford, S. Griffiths [et al.] // *Field Crops Research*. – 2016. – Vol. 193. – P. 1–15.
- Roy, C. Association of leaf chlorophyll content with the stay-green trait and grain yield in wheat grown under heat stress conditions / C. Roy, T. Chattopadhyay, R. D. Ranjan, W. Ul Hasan, A. Kumar [et al.] // *Czech J. Genet. Plant Breed*. – 2021. – Vol. 57. – P. 140–148.
- Гурова, Т. А. Спектральные характеристики сортов пшеницы при биотическом стрессе / Т. А. Гурова, Д. Н. Клименко, О. С. Луговская [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. – 2019. – Т. 33, № 10. – С. 71–75.
- Din, M. Estimation of dynamic canopy variables using hyperspectral derived vegetation indices under varying N rates at diverse phenological stages of rice / M. Din, J. Ming, S. Hussain, S. T. Ata-Ul-Karim, M. Rashid [et al.] // *Front. Plant Sci*. – 2019. – Vol. 9. – № 1883.
- Щенникова, И. Н. Приемы возделывания многорядного ячменя в Волго-Вятском регионе / И. Н. Щенникова, Н. Н. Назарова, Е. М. Лисицын // *Земледелие*. – 2011. – № 6. – С. 20–22.
- Batalova, G. A. Correlation analysis of the parameters of oats assimilation apparatus and productivity elements /

- G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn // *Nexo Revista Cientifica*. – 2021. – Vol. 34. – № 1. – P. 379–389.
22. Софронова, В. Е. Фонд зеленых и желтых пигментов у ярового овса, культивируемого для получения крио-корма в условиях Центральной Якутии / В. Е. Софронова, В. А. Чепалов, К. А. Петров [и др.] // *Аграрный вестник Урала*. – 2019. – № 4 (183). – С. 72–77.
  23. Rahman, M. A. Correlation analysis of flag leaf with yield in several rice cultivars / M. A. Rahman, M. E. Haque, B. Sikdar, M. A. Islam, M. N. Matin // *J. Life Earth Sci.* – 2014. – № 8. – P. 49–54.
  24. Verma, D. Study of leaf area index and leaf area duration of growth analytical parameters in wheat, barley, and oat / D. Verma, A. S. Gontia, A. Jha, A. Deshmukh // *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. – 2016. – Vol. 9 (5). – P. 837–831.
  25. Towfiq, S.I. Response of grain yield and its components to organic matter and removal of some photosynthetic organs of durum wheat (*Triticum aestivum* L.) in two years of Sulaimani-Iraq region / S. I. Towfiq, S. H. Abdulkader, K. R. Ahmad, S. J. Hama // *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.* – 2015. – № 5. – P. 134–140.
  26. Ma, J. Combining protein content and grain yield by genetic dissection in bread wheat under low-input management / J. Ma, Y. Xiao, L. Hou, Y. He // *Foods*. – 2021. – Vol. 10 (5). – ID 1058.
  27. Liu, X. Physiological response of flag leaf and yield formation of winter wheat under different spring restrictive irrigation regimes in the Haihe Plain, China / X. Liu, B. Yin, Z. Hu, X. Bao, Y. Wang [et al.] // *J. Integr. Agric.* – 2021. – Vol. 20. – P. 2343–2359.
  28. Софронова, В. Е. Функциональное состояние ФС II в листьях ярового овса при снижении температуры в осенний период / В. Е. Софронова, В. А. Чепалов, О. В. Дымова [и др.] // *Физиология растений*. – 2020. – Т. 67, № 4. – С. 417–427.
- M. Lisitsyn // In: *Temperate Crop Science and Breeding: Ecological and Genetic Studies*. – Waretown, NJ : Apple Academic Press, 2016. – P. 3–16.
5. Croft, H. Leaf pigment content / H. Croft, J. M. Chen // *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. – Oxford : Elsevier Inc., 2016. – P. 1–22.
  6. Chen, M. Chlorophyll modifications and their spectral extension in oxygenic photosynthesis / M. Chen // *Annual Review of Biochemistry*. – 2014. – Vol. 83. – P. 317–340.
  7. Racz, I. The influence of flag leaf removal and its characteristics on main yield components and yield quality indices on wheat / I. Racz, D. Hirişcău, I. Berindean, R. Kadar, E. Muntean [et al.] // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12. – ID 2545.
  8. Niroula, A. Profile of chlorophylls and carotenoids of wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) microgreens / A. Niroula, S. Khatrri, R. Timilsina, D. Khadka, A. Khadka [et al.] // *J Food Sci Technol*. – 2019. – Vol. 56 (5). – P. 2758–2763.
  9. Tian, H. Responses of photosynthetic characteristics of oat flag leaf and spike to drought stress / H. Tian, Q. Zhou, W. Liu, J. Zhang, Y. Chen [et al.] // *Front. Plant Sci.* – 2022. – Vol. 13. – ID 917528.
  10. Tarasenko, S. Pigmentnyj sostav sortov myagkoj ozimoj pshenicy [Pigment composition of soft winter wheat varieties] / S. Tarasenko, E. Zhivlyuk // *Nauka i innovacii [Science and Innovations]*. – 2009. – № 7 (77). – P. 25–28.
  11. Li, X. Chlorophyll fluorescence observed by OCO-2 is strongly related to gross primary productivity estimated from flux towers in temperate forests / X. Li, J. Xiao, B. He // *Remote Sensing of Environment*. – 2018. – Vol. 204. – P. 659–671.
  12. Gorash, A. Aspects in oat breeding: nutrition quality, nakedness and disease resistance, challenges and perspectives / A. Gorash, R. Armoniene, J. Mitchell Fetch, Ž. Liatukas, V. Danyte // *Annals of Applied Biology*. – 2017. – Vol. 171 (3). – P. 543.
  13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'sko-hozyajstvennyh kul'tur [Methods of state variety testing of crops]. – Moscow, 1985. – Iss. 1. – 270 p.
  14. Lichtenthaler, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy / H. K. Lichtenthaler, C. Buschmann // *Current Protocols in Food Analytical Chemistry (CPFA)*. – New York : John Wiley and Sons, 2001. – F4.3.1–F4.3.8.
  15. Rusakova, I. I. Istochniki hozyajstvenno cennyh priznakov dlya selekcii ovsy plenchatogo [Sources of economically valuable features for selection of covered oats] / I. I. Rusakova, G. A. Batalova, Yu. E. Vedernikov, M. V. Tulyakova // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka [Agricultural Science of the European Northeast]*. – 2016. – № 5 (54). – P. 4–9.
  16. Gaju, O. Leaf photosynthesis and associations with grain yield, biomass and nitrogen use efficiency in landraces, synthetic-derived lines and cultivars in wheat / O. Gaju, J. DeSilva, P. Carvalho, M.J. Hawkesford, S. Griffiths [et al.] // *Field Crops Research*. – 2016. – Vol. 193. – P. 1–15.

## References

1. Shchennikova, I. N. Modeli sortov yarovogo yachmenya dlya uslovij Volgo-Vyatskogo regiona [Models of spring barley varieties for the conditions of the Volga-Vyatka Region] / I. N. Shchennikova // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka [Agricultural Science of the European Northeast]*. – 2015. – № 6 (49). – P. 9–13.
2. Koryakovceva, L. A. Obosnovanie parametrov modeli vysokourozhajnogo sorta yarovoj myagkoj pshenicy dlya uslovij Nechernozemnoj zony Rossii [Justification of the parameters of the model of high-yielding spring soft wheat for the conditions of the Non-Black Earth Zone of Russia] / L. A. Koryakovceva, L. V. Volkova // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka [Agricultural Science of the European Northeast]*. – 2014. – № 6 (43). – P. 13–18.
3. Batalova, G. A. Oves. Tekhnologiya vzdelyvaniya i selekcija [Oats. Cultivation technology and breeding] / G. A. Batalova. – Kirov : NIISKh Severo-Vostoka, 2000. – 206 p.
4. Batalova, G. A. Breeding of grain crops in extreme climatic conditions / G. A. Batalova, I. N. Shchennikova, E.



17. Roy, C. Association of leaf chlorophyll content with the stay-green trait and grain yield in wheat grown under heat stress conditions / C. Roy, T. Chattopadhyay, R. D. Ranjan, W. U. Hasan, A. Kumar [et al.] // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2021. – Vol. 57. – P. 140–148.
18. Gurova, T. A. Spektral'nye harakteristiki sortov pshenicy pri bioticheskom stresse [Spectral characteristics of wheat varieties under biotic stress] / T. A. Gurova, D. N. Klimenko, O. S. Lugovskaya, O. V. Elkin, V. I. Kozik // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex]. – 2019. – Vol. 33. – № 10. – P. 71–75.
19. Din, M. Estimation of dynamic canopy variables using hyperspectral derived vegetation indices under varying N rates at diverse phenological stages of rice / M. Din, J. Ming, S. Hussain, S. T. Ata-Ul-Karim, M. Rashid [et al.] // Front. Plant Sci. – 2019. – Vol. 9. – № 1883.
20. Shchennikova, I. N. Priemy vozdeleyvaniya mnogoryadnogo yachmenya v Volgo-Vyatskom regione [Methods of cultivating multi-row barley in the Volga-Vyatka Region] / I. N. Shchennikova, N. N. Nazarova, E. M. Lisicyn // Zemledelie [Agriculture]. – 2011. – № 6. – P. 20–22.
21. Batalova, G. A. Correlation analysis of the parameters of oats assimilation apparatus and productivity elements / G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn // Nexo Revista Cientifica. – 2021. – Vol. 34. – № 1. – P. 379–389.
22. Sofronova, V. E. Fond zelenyh i zheltyh pigmentov u yarovogo ovsy, kul'tiviruemogo dlya polucheniya kriokorma v usloviyah Central'noj Yakutii [Green and yellow pigments of spring oats cultivated for harvesting cryofodder in the conditions of central Yakutia] / V. E. Sofronova, V. A. Chepalov, K. A. Petrov, O. V. Dymova, T. K. Golovko // Agrarnyj vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]. – 2019. – № 4 (183). – P. 72–77.
23. Rahman, M. A. Correlation analysis of flag leaf with yield in several rice cultivars / M. A. Rahman, M. E. Haque, B. Sikdar, M. A. Islam, M. N. Matin // J. Life Earth Sci. – 2014. – № 8. – P. 49–54.
24. Verma, D. Study of leaf area index and leaf area duration of growth analytical parameters in Wheat, Barley, and Oat / D. Verma, A. S. Gontia, A. Jha, A. Deshmukh // International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology. – 2016. – Vol. 9 (5). – P. 827–831.
25. Towfiq, S. I. Response of grain yield and its components to organic matter and removal of some photosynthetic organs of durum wheat (*Triticum aestivum* L.) in two years of Sulaimani-Iraq region / S. I. Towfiq, S. H. Abdulqader, K. R. Ahmad, S. J. Hama // Int. J. Plant Anim. Environ. Sci. – 2015. – № 5. – P. 134–140.
26. Ma, J. Combining protein content and grain yield by genetic dissection in bread wheat under low-input management / J. Ma, Y. Xiao, L. Hou, Y. He // Foods. – 2021. – Vol. 10 (5). – ID 058.
27. Liu, X. Physiological response of flag leaf and yield formation of winter wheat under different spring restrictive irrigation regimes in the Haihe Plain, China / X. Liu, B. Yin, Z. Hu, X. Bao, Y. Wang [et al.] // J. Integr. Agric. – 2021. – Vol. 20. – P. 2343–2359.
28. Sofronova, V. E. Funkcional'noe sostoyanie FS II v list'yah yarovogo ovsy pri snizhenii temperatury v osennij period [Functional state of PS II in spring oat leaves with a decrease in temperature in autumn] / V. E. Sofronova, V. A. Chepalov, O. V. Dymova, T. K. Golovko // Fiziologiya rastenij [Russian Plant Physiology]. – 2020. – Vol. 67, № 4. – P. 417–427.

#### Благодарность (госзадание):

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNWE-2022-0007, регистрационный номер НИОКТР 123011900033-3.

#### Acknowledgements (state task)

The work was performed within the frames of the state task № FNWE-2022-0007, registration number НИОКТР 123011900033-3.

#### Информация об авторах:

**Баталова Галина Аркадьевна** – академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции овса Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого; Scopus Author ID: 16641870200; <http://orchid.org/0000-0002-3491-499X> (610007, Российская Федерация, г. Киров, ул. Ленина, д. 166а; e-mail: [g.batalova@mail.ru](mailto:g.batalova@mail.ru)).

**Лисицын Евгений Михайлович** – доктор биологических наук, заведующий отделом эдафической устойчивости сельскохозяйственных растений Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого; Scopus Author ID: 6602092498; Web of Science ResearcherID: S-6267-2016; <http://orchid.org/0000-0002-3125-3604> (610007, Российская Федерация, г. Киров, ул. Ленина, д. 166а; e-mail: [edaphic@mail.ru](mailto:edaphic@mail.ru)).

**About the authors:**

**Galina A. Batalova** – RAS Academician, Doctor of Sciences (Agriculture), Head of the Department of Oat Breeding at the N. V. Rudnitsky Federal Agricultural Research Centre of the North-East; Scopus Author ID: 16641870200; <http://orchid.org/0000-0002-3491-499X> (N. V. Rudnitsky Federal Agricultural Research Centre of the North-East, 166a Lenin str., Kirov, 610007, Russian Federation; e-mail: [g.batalova@mail.ru](mailto:g.batalova@mail.ru)).

**Eugene M. Lisitsyn** – Doctor of Sciences (Biology), Head of the Department of Plant Edaphic Resistance at the N. V. Rudnitsky Federal Agricultural Research Centre of the North-East; Scopus Author ID: 6602092498; Web of Science Researcher ID: S-6267-2016; <http://orchid.org/0000-0002-3125-3604> (N. V. Rudnitsky Federal Agricultural Research Centre of the North-East, 166a Lenin str., Kirov, 610007, Russian Federation; e-mail: [edaphic@mail.ru](mailto:edaphic@mail.ru)).

**Для цитирования:**

Баталова, Г. А. Модель сорта пленчатого овса для алюмокислых почв Северо-Востока европейской части России / Г. А. Баталова, Е. М. Лисицын // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 10–18.

**For citation:**

Batalova, G. A. Model sorta plenchatogo ovsa dlya alyumokislyh pochv Severo-Vostoka Evropejskoj chasti Rossii [Model of *Avena sativa* L. cultivar for aluminum acid soils of the European North-East of Russia] / G. A. Batalova, E. M. Lisitsyn // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 10–18.

Дата поступления статьи: 09.09.2024

Прошла рецензирование: 28.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 09.09.2024

Reviewed: 28.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Действие пометнолигнинового компоста на продуктивность агроценозов Республики Коми

О. В. Броварова, Н. Т. Чеботарев, Е. А. Бессолицына

Институт агrobiотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
olbrov@mail.ru

### Аннотация

Научные сотрудники Института агrobiотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН провели в Республике Коми экспериментальное исследование многолетних трав, высеянных на почве, укрытой комплексом из овсяно-горохового набора и удобренной разными объемами пометнолигнинового компоста (50, 100, 200, 1000 т/га). Среди трав выбраны: лисохвост луговой, мятник луговой, тимофеевка и ежа сборная. Как показали итоги опыта, повысить уровень урожайности данных трав возможно при условии внесения максимальных объемов удобрения с добавлением торфо-пометного компоста. Рекомендуемая доза последнего удобрения может равняться 200 т/га. Исследование проводилось на протяжении восьми лет, и результаты урожайности показали, что вполне возможно собирать по 291,1 и 251 ц/га сена с удобренной почвы. В отличие от регулярно удобряемого участка, с неудобренного собирали намного меньше урожая – 132 и 91,9 ц/га сена. Что касается качества урожая, то оно соответствует всем установленным стандартам. Как продемонстрировали итоги исследования, именно вносимый в большом объеме пометнолигниновый компост обогатил почву подвижным фосфором – около 1735 мг/кг, а также калием – на 301,8 мг/кг. Общий объем гумуса в удобренной почве повысился на 3,55 %.

### Ключевые слова:

доломитовая мука, лигнин, пометнолигниновый компост, торф, помет, урожайность, почва, кислотность, многолетние травы

### Введение

В настоящее время наблюдается снижение производства минеральных удобрений и навоза. Поэтому нетрадиционным видам удобрений принадлежит важная роль, поскольку они повышают урожайность культур сельского хозяйства [1, 2]. К нетрадиционным видам удобрений относится лигнин, который получают в гидролизной промышленности России в качестве отходов более 4 млн т в год. В планах его увеличение в 2,5–3,0 раза. Сходство лигнина с органическим веществом почвы позволяет его использовать в агропромышленном комплексе (далее – АПК) как

## The effect of manure-lignin compost on the productivity of agroecosystems in the Komi Republic

O. V. Brovarova, N. T. Chebotarev, E. A. Bessolitsina

Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar  
olbrov@mail.ru

### Abstract

The effect of various doses (50, 100, 200 and 1000 t/ha) of manure-lignin compost on the productivity of perennial grasses (*Poa pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Allopecurus pratensis* L., *Phleum pratense* L.), sown under the cover of pea-oat mixture, was experimentally studied in the Komi Republic. According to the study results, manure-lignin compost in high dose, as well as peat-manure compost at a dose of 200 t/ha, allows for the highest hay yield. The gross hay harvest for eight years in both cases of fertilizing amounted to 291.1 and 251 c/ha, correspondingly, which is by 132 and 91.9 c/ha higher than the harvest without fertilizers (159.1 c/ha). The quality of hay met the requirements of zootechnical science. Finally, we found out that manure-lignin complex at high dose largely increased the content of mobile phosphorus and potassium forms by 1735 and 301.8 mg/kg, relatively, and the humus content by 3.55 % in soil at the experimental site.

### Keywords:

dolomitic meal, lignin, manure-lignin compost, peat, manure, yield, soil, acidity, perennial grasses

составную часть компостов. Как известно, подобные удобрения достаточно хорошо способны обогащать почву как органическими, так и минеральными компонентами. На сегодняшний день в сельском хозяйстве уже применяют многие виды удобрений, в том числе и состоящие из разных элементов: торфа, опилок, помета птиц, минеральных компонентов, стимуляторов роста и т. д. Кроме того, в сельском хозяйстве также используется и смесь для удержания влаги, которая состоит из отходов древесной промышленности и гидролизного лигнина, а также обладает

питательными свойствами, что очень важно для выращивания сельскохозяйственных культур в тепличных условиях [4, 5]. Единственное, почему нельзя в большом количестве применять гидролизный лигнин в виде органики для удобрений, это низкие значения его pH=1,9–4,7 [6, 7], обусловленные технологическими приемами переработки древесины. Также гидролизный лигнин содержит в своем составе вещества фенольной природы и остатки серной кислоты, которые можно нейтрализовать добавлением известковых материалов, что проводится путем применения различных подходов, в том числе и перемешивание в компостной яме с такими компонентами, как помет, соли фосфора и калия. Только после данной процедуры лигнин допускается применять в качестве органического удобрения для разных сельскохозяйственных культур [8, 9].

Цель исследований – установление зависимости урожайности дерново-подзолистой почвы от применения пометнолигнинового компоста.

## Материал и методы

Научные исследования на почвах опытного участка Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН Республики Коми проводили в соответствии с методикой Б. А. Доспехова [10]. До закладки опыта для почвы опытного участка характерен низкий уровень плодородия со следующими физико-химическими показателями: содержание подвижного фосфора – 97,0 мг/кг, обменного калия – 94,5 мг/кг, гумуса – 2,42 %;  $pH_{KCl}=4,79$ ; гидролитическая кислотность составляла 4,5 ммоль/100 г почвы.

В научной работе использовали следующие методы химического анализа. В образцах почвы определяли pH солевых вытяжек и гидролитическую кислотность ионометрически с помощью анализатора жидкости «Эксперт – 001»; подвижные формы фосфора – по методу Кирсанова применяя спектрофотометр GENESYS 150 при длине волны 710 нм. Массовую долю обменных форм калия определяли на пламенном фотометре; обменные катионы кальция и магния – комплексометрическим методом; сумму поглощенных оснований – методом Каппена; общий азот – с помощью спектрофотометра GENESYS 150 при длине волны 655 нм; массовую долю органического углерода и гумуса почвы по методу Тюрина в модификации ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН [11], используя спектрофотометр GENESYS 150.

В растениях определяли биохимические параметры. Объемы общего азота и фосфора вычисляли посредством применения подхода фотоколориметрики; сырую золу – применяя сухое озо-

ление в муфельной печи; сырую клетчатку – при помощи отделения компонентов, растворимых в щелочной среде, и выделения объема осадка, который можно расценивать в качестве клетчатки; калий измеряли посредством пламенного фотометра на растительном сырье после того, как провели процедуру сухого озоления; нитратный азот – ионоселективным способом; кальций – трилометрически; кормовые единицы, БЭВ, сырой протеин – расчетным методом.

В ходе исследования выяснилось, что в состав технического лигнина входит небольшое количество азота и зольных элементов (рис. 1 и 2), а также для него характерна высокая кислотность, это явилось препятствием для его применения в качестве удобрения.

Однако сходство лигнина с негидролизуемой частью гуминовой кислоты позволяет использовать его как источник прогумусовых веществ. Уникальные свойства лигнина послужили основой для исследования относительно его использования в качестве удобрения.

Как ранее мы отметили, лигнин нейтрализуется посредством обработки доломитовой мукой. После проведения процедуры физические свойства практически не отличаются от тех показателей, которые были у него до обработки. Если говорить об агрохимических характеристиках, то объемы азота, калия и фосфора увеличиваются в течение нескольких недель после окончания обработки, а уровень кислотности значительно уменьшается – практически в 6,9 раз (рис. 3).

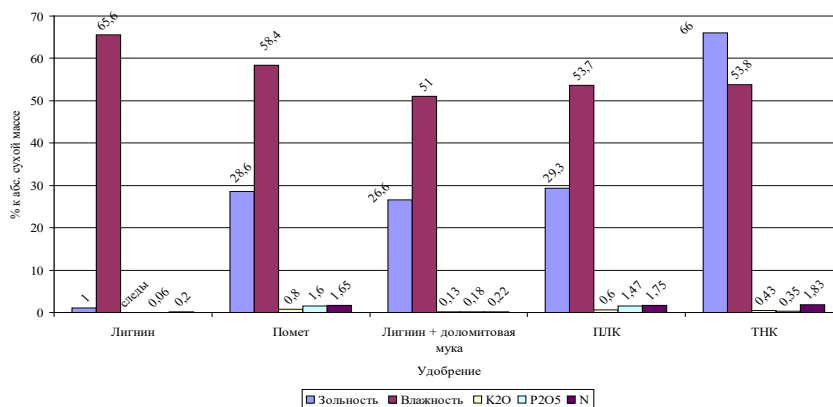


Рисунок 1. Агрохимические свойства удобрений, в % к абсолютно сухой массе.  
Figure 1. Agrochemical properties of fertilizers, in % of absolutely dry weight.

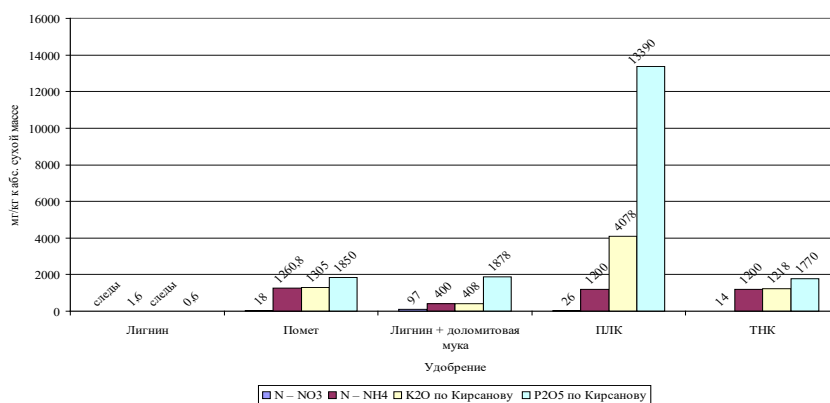


Рисунок 2. Агрохимические свойства удобрений, в мг/кг к абсолютно сухой массе.  
Figure 2. Agrochemical properties of fertilizers, in mg/kg of absolutely dry weight.

Пометнолигнинный комплекс (далее – ПАК) отличается от торфонавозного компоста (далее – ТНК) повышенным содержанием минеральных элементов (калия и фосфора), полным отсутствием семян сорняков.

## Результаты и их обсуждение

Исследования в полях показали, что воздействие на агрохимические свойства почвы при внесении пометнолигнинного комплекса в более высоких дозах приводит к увеличению калия с 48,3 до 350,1 мг/кг, фосфора – с 56,2 до 1791,2 мг/кг (рис. 4); гумуса – с 2,77 до 6,32 % (рис. 5). Это означает, что исследуемое удобрение может выступать как регулятор важнейших свойств почвы.

К снижению всех видов кислотности почвы привело внесение ПЛК вместе с известкованием почвы (рис. 6).

Нейтрализовать кислотность почвы удалось посредством внесения доломитовой муки и ПЛК, что позволило снизить кислотность до нормативного значения (рис. 7).

Таким образом, итоги исследования показывают, что состав почвы после внесения удобрений стал намного питательнее, объемы гумуса, азота, фосфора и калия повысились в несколько раз, что является довольно позитивным моментом. Использование высокой дозы ПЛК привело к увеличению весовой влажности относительно контрольного варианта (рис. 8).

Что касается объемной влажности, то она была ниже оптимальной при наиболее высокой дозе ПЛК.

В зависимости от дозы ПЛК наблюдалось увеличение общей порозности почвы на 2,6–15,4 %. Варианту ПЛК 1000 т/га свойственна наибольшая общая порозность (64,98 %), превышающая контрольный вариант на 15,36 %.

Также повышение доз ПЛК способствовало увеличению порозности аэрации. Так, при наиболее высокой дозе ПЛК составила 31,17 %, что выше контрольного варианта на 6,7 %.

Под влиянием пометнолигнинного комплекса наблюдалось снижение объемной массы почвы во всех вариантах на 0,19–0,41 г/см<sup>3</sup>, при наибольшей дозе ПЛК снижение более существенно. Для удельной массы почвы также характерно снижение, однако отклонение от контроля в двух вариантах незначительно (рис. 9). Опыты, проведенные в полях, свидетельствуют о питательных свойствах ПЛК длительного действия, а

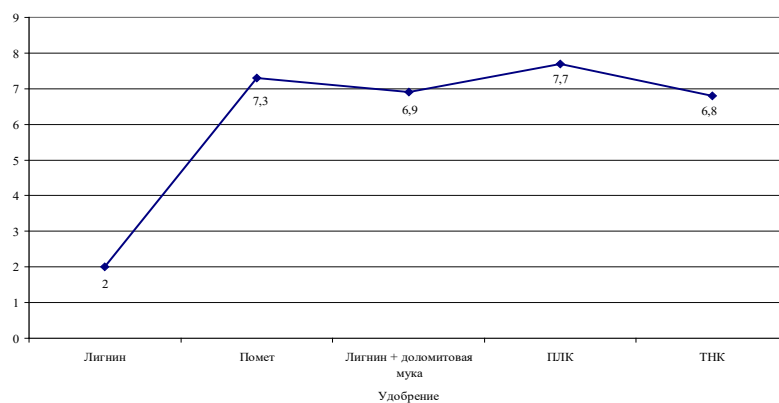


Рисунок 3. Кислотность лигнина и его модификаций, а также торфонавозного компоста.  
Figure 3. Acidity of lignin and its modifications, as well as of peat-manure compost.

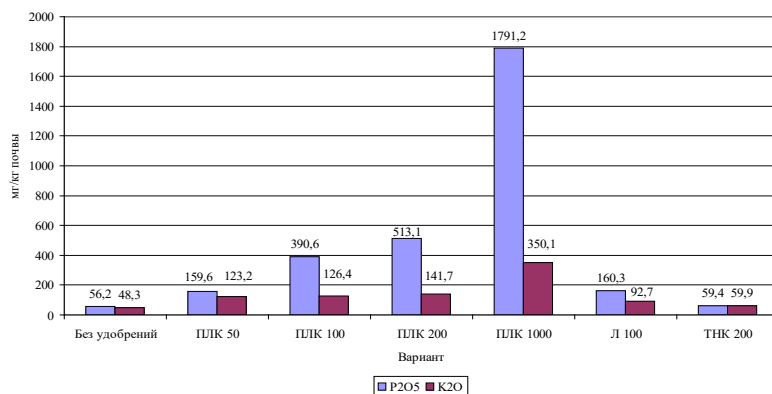


Рисунок 4. Воздействие пометнолигнинного комплекса на содержание фосфора и калия в почве.  
Figure 4. Effect of manure-lignin complex on soil phosphorus and potassium contents.

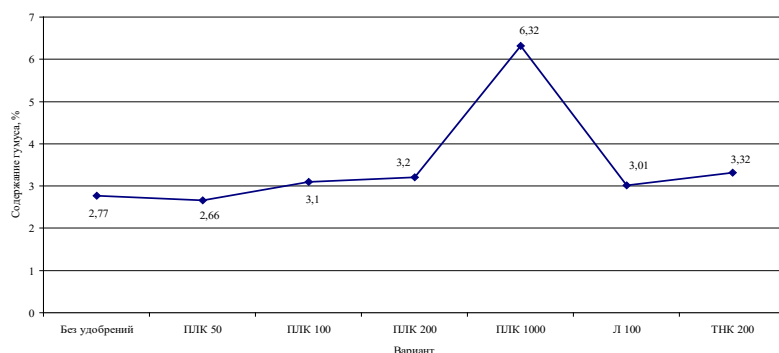


Рисунок 5. Воздействие пометнолигнинного комплекса на содержание гумуса в почве.  
Figure 5. Effect of manure-lignin complex on soil humus content.

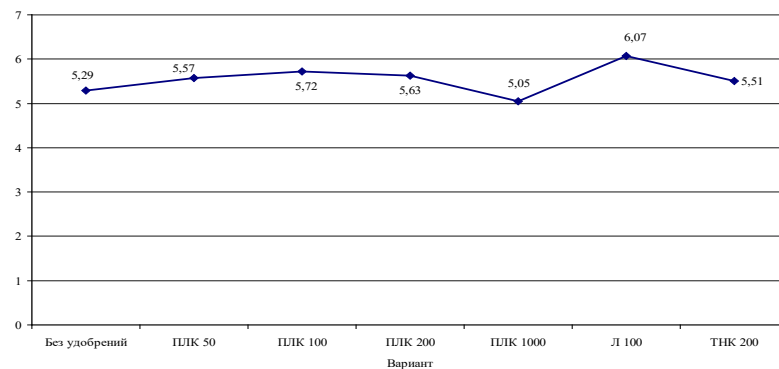


Рисунок 6. Воздействие пометнолигнинного комплекса вместе с известкованием почвы на изменение ее кислотности.  
Figure 6. Effect of manure-lignin complex together with liming on the soil acidity change.

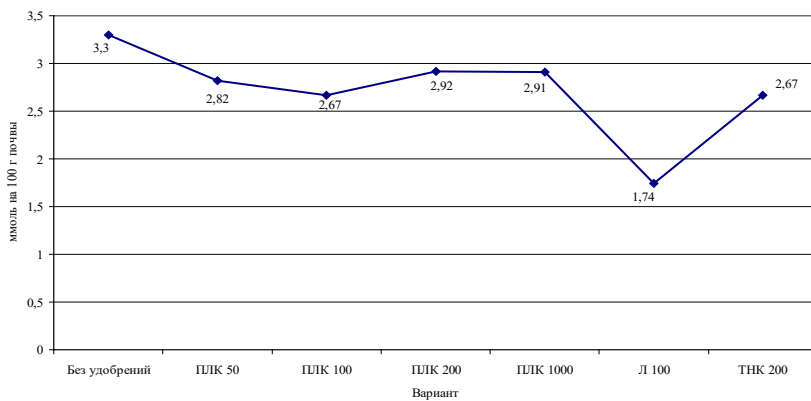


Рисунок 7. Воздействие пометнолигнинового комплекса совместно с доломитовой мукой на изменение гидролитической кислотности почвы.

Figure 7. Effect of manure-lignin complex together with dolomitic meal on the soil hydrolytic acidity change.

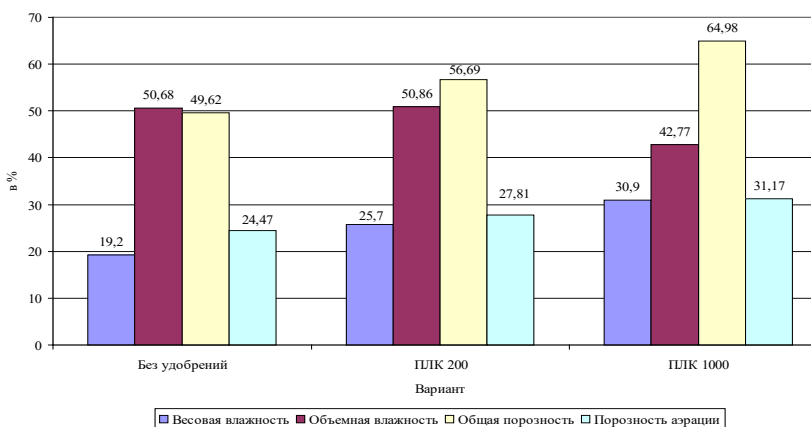


Рисунок 8. Изменение весовой и объемной влажности, общей порозности и порозности аэрации почвы (слой 0–10 см) под воздействием пометнолигнинового комплекса.

Figure 8. Change in weight moisture content, volumetric moisture content, total porosity and aeration porosity of soil (0–10 cm from soil surface) under the influence of manure-lignin compost.

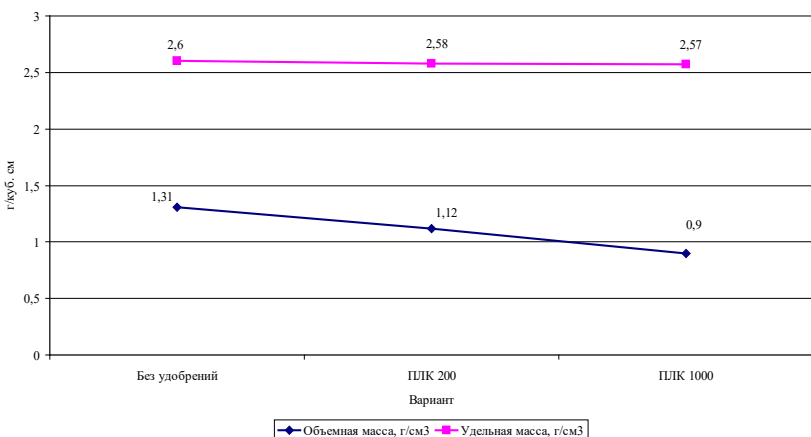


Рисунок 9. Изменение объемной и удельной масс почвы (слой 0–10 см) под влиянием пометнолигнинового комплекса.

Figure 9. Change in volume soil weight and specific soil weight (0–10 cm) under the influence of manure-lignin compost.

также об изменении физических свойств почвы в сторону улучшения за счет ПЛК. Для роста урожайности растений на тяжелых почвах [12] гидролизный лигнин при одновременном его внесении с известью может быть более эффективным, чем ПЛК.

Исследование показало увеличение урожайности злаковых трав по мере увеличения дозы пометнолигнинового комплекса во всех вариантах опыта (рис. 10).

Исследование показало, что в рассматриваемый период времени эффективность удобрений различалась в зависимости от таких факторов, как погодные условия и возраст растения в период уборки урожая.

Продуктивность сена увеличивается при повышении доз ПЛК, наиболее высокая доза ПЛК дает наибольший урожай. По результатам восьми лет исследований валовой урожай многолетних трав превысил контрольный вариант на 82,9 % (рис. 11). Сравнивая полученный урожай от использования ПЛК и торфонавозного компоста (доза – 200 т/га), следует отметить, что с помощью ПЛК продуктивность растет с 15 до 230 ц/га.

Согласно рис. 12, применение ПЛК в наибольшей дозе позволило увеличить в сене сырой протеин на 1%; сырую золу – на 0,2%; сырой жир – на 0,26%; содержание клетчатки снизилось с 34,5 до 33,4 %.

Также наблюдался рост содержания каротина с 63,1 до 70,7 мг/кг, количество нитратов находилось в пределах допустимой нормы (рис. 13).

Изменение доз ПЛК привело к колебанию кормовых единиц в 1 кг сена то в сторону снижения, то в сторону увеличения (рис. 14).

## Заключение

В ходе исследования выяснилось, что ПЛК по технологическим и агрохимическим свойствам эффективнее традиционных торфонавозных. Кроме того, пометнолигниновый комплекс способствует снижению кислотности почвы; повышению содержания в ней гумуса, подвижных форм фосфора и калия.

Повышение доз ПЛК благоприятно влияло на рост урожайности сена. Повышению качества сена, содержания каротина; макроэлементов; сбора белка с 1 га сельскохозяйственных земель способствовали удобрения на основе лигнина.

Также необходимо отметить, что качество сена не ухудшалось под воздействием пометнолигнинового компоста в дозе 1000 т/га (отсутствовало превышение нитратами предельно допустимой концентрации (далее – ПДК)).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

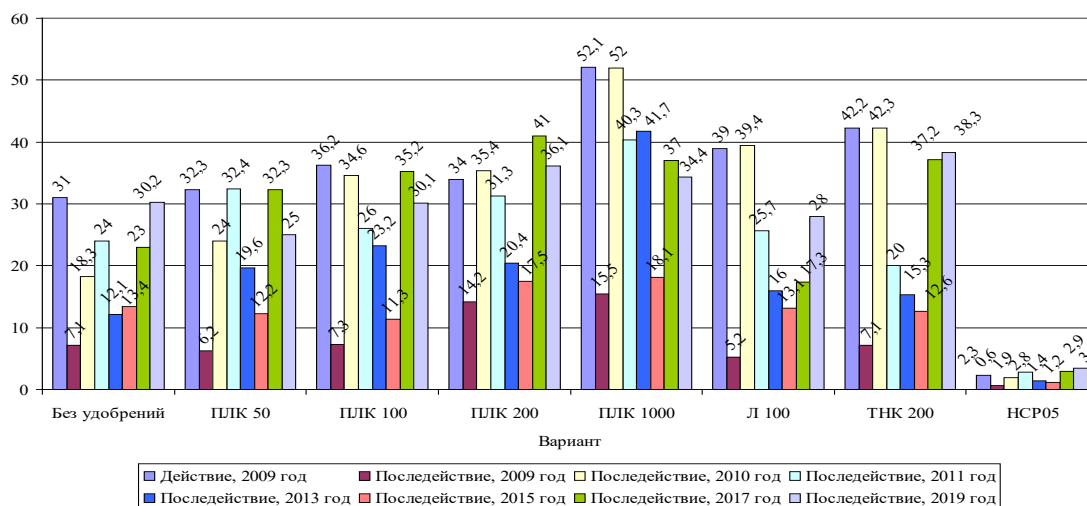


Рисунок 10. Изменение продуктивности многолетних злаковых трав (сено) вследствие влияния пометнолигнинового комплекса, ц/га.  
Figure 10. The productivity change of perennial cereal grasses (hay) after application of manure-lignin compost, c/ha.

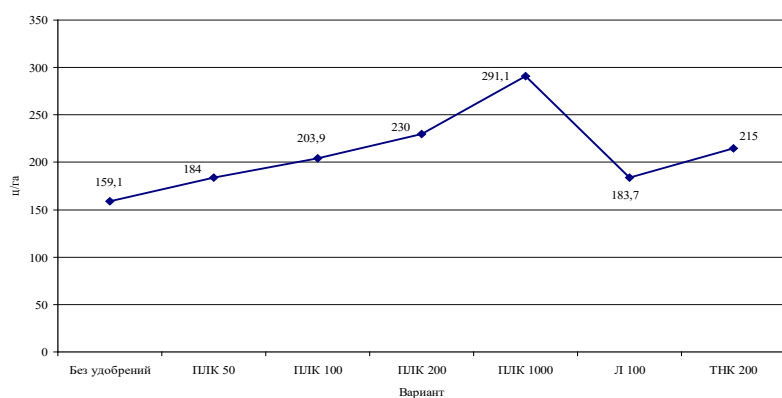


Рисунок 11. Изменение валового сбора многолетних злаковых трав (2008–2019) за счет использования пометнолигнинового комплекса.  
Figure 11. The gross yield change of perennial cereal grasses (2008–2019) after application of manure-lignin compost.

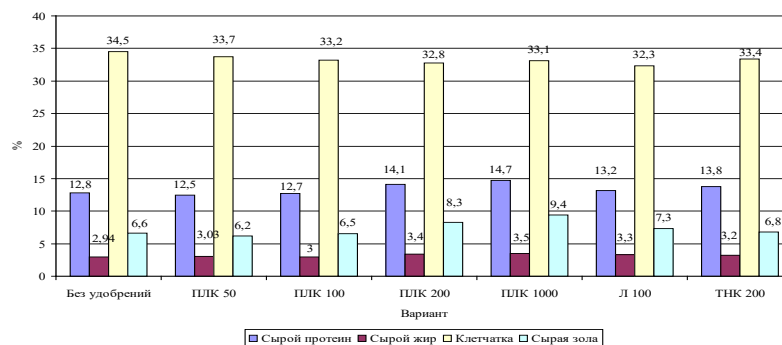


Рисунок 12. Изменение клетчатки, сырого жира, сырой золы, сырого протеина в сене посредством применения пометнолигнинового комплекса (средние показатели за 2009–2019 годы).  
Figure 12. Change in fibers, crude fat, crude ash, crude protein in hay after application of manure-lignin compost (2009–2019 averages).

## Литература

1. Галдина, Т. Е. Влияние нетрадиционных удобрений на выращивание посадочного материала в лесных питомниках / Т. Е. Галдина, С. Е. Самошин // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 11 (часть 1). – С. 24–29.
2. Примкулов, Б. Ш. Нетрадиционные органоминеральные удобрения / Б. Ш. Примкулов, А. А. Маматалиев, У. Ш. Темиров [и др.] // International Journal of Advanced

Technology and Natural Sciences. – 2023. – Vol.1 (4). – P. 26–34.

3. Патент РФ № 2174971. 20.10.2001. МПК С05F11/02 Комплексное органо-минеральное удобрение и способ его получения / А. И. Коберник, М. Н. Чертов, В. Н. Шалобало [и др.].
4. Авторское свидетельство СССР № 1411323. 11.02.1987. МПК С05F11/02. Способ получения лигнинового субстрата для выращивания растений / П. И. Омечинский, А. М. Абрамцев, Г. Ф. Кострома [и др.].
5. Патент РФ № 2029461. 27.02.1995. МПК А01G31/00, МПК А01G9/00. Композиция для выращивания растений / В. И. Панасин.
6. Мухортов, Д. И. Выращивание лесопосадочного материала с использованием гидролизованного лигнина и иловых осадков на дерново-подзолистых почвах Марий Эл: дис. ... канд. с.-х. наук / Д. И. Мухортов. – Йошкар-Ола, 1999. – 239 с.
7. Калугина, З. С. Рекомендации по использованию гидролизованного лигнина в теплицах лесного и сельского хозяйства / З. С. Калугина, А. С. Синников, Т. Б. Мошкова. – Архангельск, 1982. – 8 с.
8. Осинковский, А. Г. Перспективы направленный использования лигнина в сельском хозяйстве / А. Г. Осинковский // Использование лигнина и его производных в сельском хозяйстве: тез. докл. II Всес. конф. – Андижан, 1985. – С. 12–14.
9. Овчаренко, М. М. Приемы повышения плодородия почв (известкование, фосфоритование, гипсование): науч.-метод. реком. / М. М. Овчаренко, Р. В. Некрасов, Н. И. Аканова [и др.]. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 116 с.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований). 5-е изд., дополненное и переработанное / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351.

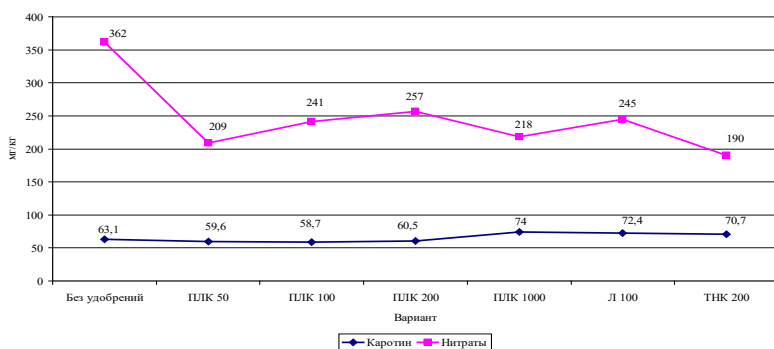


Рисунок 13. Изменение содержания каротина и нитратов в многолетних травах под влиянием пометнолигнинового комплекса (средние показатели за 2009–2019 годы).

Figure 13. Change in contents of carotene and nitrates in perennial grasses under the influence of manure-lignin compost (2009–2019 averages).

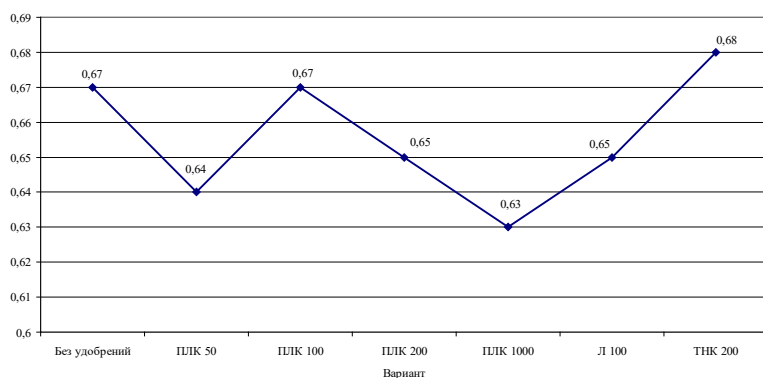


Рисунок 14. Изменение содержания кормовых единиц в 1 кг сена под влиянием пометнолигнинового комплекса (средние показатели за 2009–2019 годы).

Figure 14. Change in content of fodder units in one kilogram of hay under the influence of manure-lignin compost (2009–2019 averages).

- Почвы, грунты, породы, донные отложения. Методика измерений массовой доли углерода органических соединений и органического вещества фотометрическим методом (методы Тюрина и Уолкли-Блека). № 88-17641-001-2020. – Сыктывкар, 2020. – 52 с.
- Хмелинин, И. Н. Действие пометнолигнинового компоста на свойства почвы и продуктивность многолетних трав / И. Н. Хмелинин, В. М. Швецова, Ю. М. Шехонин [и др.] // Труды Коми научного центра УрО АН СССР. – 2006. – № 106. – С. 30–43.

## References

- Galdina, T. E. Vliyanie netradicionnykh udobrenij na vyrashchivanie posadochnogo materiala v lesnykh pitomnikakh [The effect of non-traditional fertilizers on cultivation of planting material in forest nurseries] / T. E. Galdina, S. E. Samoshin // Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya [Advances in Current Natural Sciences]. – 2018. – № 11 (Part 1). – P. 24–29.
- Primkulov, B. Sh. Netradicionnye organomineralnye udobreniya [Non-traditional organomineral fertilizers] / B. Sh. Primkulov, A. A. Mamataliev, U. Sh. Temirov, Sh. S. Namazov // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. – 2023. – Vol.1 (4). – P. 26–34.
- Patent RF № 2174971. 20.10.2001. MPK S05F11/02 Kompleksnoe organo-mineralnoe udobrenie i sposob ego polucheniya [Complex organomineral fertilizer and its produc-

tion method] / A. I. Kobernik, M. N. Chertov, V. N. Shalobalo [et al.].

- Author's certificate USSR № 1411323. 11.02.1987. MPK S05F11/02. Sposob polucheniya ligninnogo substrata dlya vyrashchivaniya rastenij [The production method of lignin substrate for growing plants] / P. I. Omecinskij, A. M. Abramec, G. F. Kostroma [et al.].
- Patent RF № 2029461. 27.02.1995. MPK A01G31/00, MPK A01G9/00. Kompozitsiya dlya vyrashchivaniya rastenij [Composition for growing plants] / V. I. Panasin.
- Muhortov, D. I. Vyrashchivanie lesoposadochnogo materiala s ispolzovaniem gidroliznogo lignina i ilovykh osadkov na dervno-podzolistykh pochvah Marij-Ela [Cultivation of forest planting material using hydrolyzed lignin and silt sediments in sod-podzolic soils of Mari El]: Candidate's thesis (Agriculture) / D. I. Muhortov. – Yoshkar-Ola, 1999. – 239 p.
- Kalugina, Z. S. Rekomendacii po ispolzovaniyu gidroliznogo lignina v teplicah lesnogo i selskogo hozyajstva [Recommendations on the use of hydrolysed lignin in greenhouses in forestry and agriculture] / Z. S. Kalugina, A. S. Sinnikov, T. B. Moshkova. – Arkhangel'sk, 1982. – 8 p.
- Osinovskiy, A. G. Perspektivy napravlenij ispolzovaniya lignina v selskom hozyajstve [Prospects for the use of lignin in agriculture] / A. G. Osinovskiy // Ispolzovanie lignina i ego proizvodnykh v selskom hozyajstve [Application of lignin and its derivatives in agriculture]: Abstracts of II All-Union Conf. – Andizhan, 1985. – P. 12–14.
- Ovcharenko, M. M. Priemy povysheniya plodorodiya pochv (izvestkovanie, fosforitovanie, gipsovaniye): nauch.-metod. rekom. [Techniques for soil fertility increasing (liming, phosphatization, gypsuming): scientific-methodological recommendations] / M. M. Ovcharenko, R. V. Nekrasov, N. I. Akanova, P. V. Prudnikov, I. A. Osipov. – Moscow : FSBSI "Rosinformagrotekh", 2021. – 116 p.
- Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami staticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of static processing of research results)]. 5th edition, supplemented and revised / B. A. Dospekhov. – Moscow : Agropromizdat, 1985. – 351 p.
- Pochvy, grunty, pochvoobrazuyushchiye porody, donnyye otlozheniya. Metodika izmereniy massovoy dole ugleroda organicheskikh soyedineniy i organicheskogo veshchestva fotometricheskim metodom (metody Tyurin i Walkley-Black). № 88-17641-001-2020 [Soils, subsoils, soil-forming rocks, bottom sediments. Method for measuring the mass fraction of carbon in organic compounds and organic matter by the photometric method (Tyurin and Walkley-Black methods). № 88-17641-001-2020]. – Syktывkar, 2020 – 52 p.



12. Khmelinin, I. N. Dejstvie pometnoligninovogo komposta na svojstva pochvy i produktivnost mnogoletnih trav [The effect of manure lignin compost on soil properties and

productivity of perennial grasses] / I. N. Khmelinin, V. M. Shvetsova, Yu. M. Shekhonin [et al.] // Proceedings of the Komi Science Centre UB RAS. – 2006. – № 106. – P. 30–43.

#### **Благодарность (госзадание):**

Статья выполнена в рамках государственного задания, регистрационный номер 1022033100089-3, код научной темы — FUUU-2023-0001.

#### **Acknowledgements (state task)**

The work was done in frames of the state task, registration number 1022033100089-3, scientific theme code — FUUU-2023-0001.

#### **Информация об авторах:**

**Броварова Ольга Владиславовна** – кандидат химических наук, научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: olbrov@mail.ru).

**Чеботарев Николай Тихонович** – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27).

**Бессолицына Екатерина Андреевна** – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: bess2000@mail.ru).

#### **About the authors:**

**Olga V. Brovarova** – Candidate of Sciences (Chemistry), Researcher at the A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS (Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya st., Syktyvkar, Komi Republic, 167023 Russian Federation; e-mail: olbrov@mail.ru).

**Nikolai T. Chebotarev** – Doctor of Sciences (Agriculture), Chief Researcher at the A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS (Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya st., Syktyvkar, Komi Republic, 167023 Russian Federation).

**Ekaterina A. Bessolitsina** – Candidate of Sciences (Biology), Leading Researcher at the A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS (Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya st., Syktyvkar, Komi Republic, 167023 Russian Federation; e-mail: bess2000@mail.ru).

#### **Для цитирования:**

Броварова, О. В. Действие пометнолигнинового компоста на продуктивность агроценозов Республики Коми / О. В. Броварова, Н. Т. Чеботарев, Е. А. Бессолицына // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 19–25.

#### **For citation:**

Brovarova, O. V. Dejstvie pometnoligninovogo komposta na produktivnost agrocenozov Respubliki Komi [The effect of manure-lignin compost on the productivity of agrocenoses in the Komi Republic] / O. V. Brovarova, N. T. Chebotarev, E. A. Bessolitsina // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 19–25.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Ломкоколосник ситниковый – ценная кормовая культура сухой степи Казахстана

Т. А. Булеков\*, В. Б. Лиманская\*, Н. И. Филиппова\*\*

\* ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция», Республика Казахстан, г. Уральск  
\*\* ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», Республика Казахстан, пос. Научный  
ucxos1914@mail.ru

### Аннотация

В представленной работе приводятся научные данные по технологии посева ломкоколосника ситникового (*Psathyrostachys júncea*) под полупокров сельскохозяйственных культур для создания сенокосов, пастбищ и семенных посевов. Технология прошла многолетнюю апробацию в производственных условиях фермерских хозяйств. Рассматриваются проблемы повышения продуктивности кормовых угодий в условиях сухой степи Казахстана. Установлено, что на четвертый год жизни посева ломкоколосника после донника опережают по урожайности зеленой массы посева этого же ломкоколосника в чистом виде. Таким образом, совмещая посева ломкоколосника и донника, можно повысить валовые сборы пастбищного корма как в первый год пользования посевами, так и в сумме за три года. Травосмесь с житняком такого преимущества не имела. Посевы житняка в чистом виде во все годы уступали посевам ломкоколосника как в чистом виде, так и в смеси с донником. Разница по суммам кормовых единиц достигла 30–50 %.

Таким образом, в результате многолетнего изучения по технологии возделывания ломкоколосника (волоснец) ситникового ученые Уральской СХОС и ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» установили, что для условий Западного и Северного Казахстана устойчивые сборы семян ломкоколосника возможны только на посевах с междурядьями 60 см. Норма высева не должна превышать 5 кг/га, так как в противном случае снижается не только урожайность, но и выход кондиционных семян. В среднем за три года изучений сорт Фарадиз превышал по содержанию сырого протеина стандарт Шортандинский на 0,7–7,9 %, по содержанию переваримого протеина – на 0,9–9,5 %, содержание сырой клетчатки у этих образцов находилось в пределах 24,16–25,72 %, жира – 2,72–2,90 %.

### Ключевые слова:

ломкоколосник ситниковый, технология полупокровного посева, кормовая ценность, урожайность

## *Psathyrostachys júncea* as a valuable forage crop of the dry steppe of Kazakhstan

T. A. Bulekov\*, V. B. Limanskaya\*, N. I. Filippova\*\*

\* Ural Agricultural Experimental Station, Derkul settlement, Republic of Kazakhstan

\*\* Scientific and Production Centre of Cereal Farming named after A. I. Baraev, Nauchniy settlement, Republic of Kazakhstan  
ucxos1914@mail.ru

### Abstract

The present work provides scientific data on the sowing technology of *Psathyrostachys júncea* under the semi-cover of agricultural crops to create hayfields, pastures, and seed fields. The technology has been tested for many years in the production conditions of farms. The article considers the issues of increasing the productivity of forage lands in the conditions of the dry steppe of Kazakhstan. It has been experimentally proven that if sown for four years after sweet clover, the plants of *Psathyrostachys júncea* gain a relatively high yield on green mass volume compared to the same crop cultivated alone. Thus, by cultivating both crops together it is possible to increase the green mass yield in the first year and in the next years alike. If mixed with wheat-grass, the above crops do not show high results. Wheat-grass sown alone also does not produce high results like in its combination with sweet clover. The forage volumes differ by 30–50 % on average.

Thus, the perennial study results on the cultivation technology of *Psathyrostachys júncea* allowed the scientists of the Ural Agricultural Experimental Station and the Scientific and Production Centre of Cereal Farming named after A. I. Baraev to conclude that for the conditions of Western and Northern Kazakhstan the plant will give stable high yields only on row spacing of 60 cm. The seeding rate should not exceed 5 kg/ha. Otherwise not only the yield decreases but also the quality of seeds. By the three-year study results, the content of crude protein in the Faradiz variety exceeds that in the Shortandinskiy standard variety by 0.7–7.9 %, the content of digestible protein exceeds the standard by 0.9–9.5 %, the content of crude fiber is in the range of 24.16–25.72 %, fat – 2.72–2.90 %.

### Keywords:

*Psathyrostachys júncea*, half-cover sowing technology, forage value, yield

В засушливом земледелии многолетние травы имеют исключительное значение. В полевом травосеянии их первоочередная задача состоит в восстановлении утраченного плодородия почвы. В период вегетации травы накапливают огромное количество органики. Поэтому грамотное залужение полей обеспечивает не только прочную кормовую базу для животноводства, но и сохраняет, восстанавливает и обогащает почву гумусом, возвращает ей природную экологическую устойчивость к проявлению ряда неблагоприятных воздействий антропогенного характера.

Родиной ломкоколосника являются степи Северного Казахстана и Западной Сибири. В диком виде он произрастает в России в междуречье Волги, Урала и др. рек. В Казахстане – повсеместно. Ломкоколосник – настоящая находка для степного травопольного земледелия Западного Казахстана.

Ломкоколосник ситниковый (*Psathyrostachys juncea*) является многолетним рыхлокустовым верховым злаком высотой 80–130 см. Он обеспечивает хороший урожай пастбищной массы в ранневесенний и весенний периоды, обладает ранним отрастанием весной, хорошей отавностью и отличается высокой долговечностью.

Ломкоколосник ситниковый сорт Бозойский изучался на Уральской сельскохозяйственной опытной станции (далее – Уральская СХОС) с 1968 г., когда были произведены первые посевы. Поскольку ломкоколосник ситниковый относится к группе многолетних трав озимо-ярового типа, то исследовались осенние (сентябрь) и весенние (апрель) сроки посева. Осенью ломкоколосник высевался под покров озимой ржи на сено и в чистом виде, весной – под покров ячменя на зерно и в чистом виде. Сев осуществлялся двумя способами – сплошным с междурядьем в 15 см и ширококормным с междурядьем в 70 см. Посев производился по парам [1].

Потенциальные возможности ломкоколосника до настоящего времени остаются неоцененными сельскими товаропроизводителями. С 1 га его посевов в сухой степи получают до 50 ц пастбищного корма, содержащего 13–14 ц кормовых единиц и до 1,7 ц переваримого протеина. Причем, пасти скот в климатических условиях Казахстана можно уже с середины апреля и до глубокой осени [2, 3].

Ученые обратили внимание на ломкоколосник в начале 90-х гг. прошлого столетия, когда возникла острейшая необходимость возврата залежных земель и деградированных площадей пастбищ в хозяйственный оборот с помощью залужения многолетними травами. Было установлено, что расширение посевов многолетних трав и их травосмесей до 40–50 % от пашни позволит за 5–7 лет восстановить исходное плодородие, а также обеспечить все имеющееся поголовье скота в стойловый период сеном, а в летний – полноценными пастбищами.

Большую научно-исследовательскую и внедренческую работу в этом направлении провел коллектив Уральской СХОС, в результате к 1998 г. многолетние травы занимали более 42 % площади пашни станции. Это стало возможным в результате разработки специальной технологии посева, обеспечивающей полноценную всхожесть семян многолетних трав, сохранность и хорошее развитие полученных

всходов в первый год жизни, высокую продуктивность сенокосов в последующие 7–8 лет, а пастбищ – до 15 лет и более. Одновременно решались вопросы производства семян многолетних трав для последующего ежегодного залужения и реализации.

В течение 11 лет на станции было проведено залужение около 30 крупных массивов площадью от 100 до 550 га. Общая площадь посева разных вариантов травосмесей и семенных посевов трав достигла 8,5 тыс. га. Сюда входили злаково-бобовые травосмеси сенокосного назначения, травосмеси злаковых трав, высеянные с целью сенокосения в первые три года и последующей трансформацией в пастбищные угодья, а также ширококормные посевы семенных посевов житняка, эспарцета, донника, ломкоколосника ситникового.

Из 8,5 тыс. га посевов многолетних трав, посеянных к концу 1990-х гг., на Уральской СХОС к 2020 г. травы сохранились на шести отдаленных массивах общей площадью около 1,6 тыс. га.

На территории Западного Казахстана преобладают светло-каштановые и бурые почвы, характерна высокая комплексность с солонцами. Обеспеченность тепловыми ресурсами составляет в северной части региона от 2800 до 3000 °С, годовая сумма осадков – 240–260 и 190–230 мм соответственно. Гидротермический коэффициент периода вегетации не превышает 0,3–0,5. На большей части этой области земледелие возможно лишь на мелиоративных землях.

Поскольку биологической особенностью ломкоколосника является исключительно медленный рост в первые два года жизни, закладывались опыты по изысканию способов повышения сборов пастбищного корма с посевов ломкоколосник за счет совмещенного возделывания с двухлетним желтым донником. Выяснилось, что при этом сбор кормовых единиц на второй год жизни посевов возрастает на 18,7 %. Однако при посеве с междурядьями в 15 и 30 см донник оказывает подавляющее воздействие на ломкоколосник, что приводит к снижению урожайности последнего на третьем году жизни. По приведенным данным, сбор кормовых единиц снижается на 10 % (табл. 1).

Вместе с тем, на четвертый год жизни посевы ломкоколосника после донника опережают по урожайности зеленой массы посевы этого же ломкоколосника в чистом виде. Таким образом, совмещая посевы ломкоколосника и донника, можно повысить валовые сборы пастбищного корма, как в первый год пользования посевами, так и в сумме за три года. Травосмесь с житняком такого преимущества не имела. Посевы житняка в чистом виде во все годы уступали посевам ломкоколосника как в чистом виде, так и в смеси с донником. Разница по суммам кормовых единиц достигла 30–50 % [4, 5].

Исключительной особенностью ломкоколосника является раннее отрастание зеленой массы. По многолетним наблюдениям Уральской опытной станции, время весеннего возобновления вегетации совпадает с датой схода снега. В ранние весны его отрастание зафиксировано 24–25 марта, в обычные – 5–9 апреля. В эти же годы житняк отрастал позже ломкоколосника на 5–7 дней, люцерна – на

## Yield of green mass (c/ha) and nutrition value of forages (average by growing years) (V. I. Buyankin)

Варианты	2-й год жизни			3-й год жизни			4-й год жизни			Суммарный урожай за 3 года
	Зел. масса	Перев. протеин	корм. ед.	Зел. масса	Перев. протеин	Корм. ед.	Зел. масса	Перев. протеин	Корм. ед.	
Ломкоколосник	32,4	1,2	9,1	40,2	1,4	11,3	42,7	1,6	12,1	115,3
Ломкоколосник + житняк	36,8	1,2	9,2	39,8	1,2	11,0	39,8	1,2	10,5	116,4
Ломкоколосник + донник	45,1	1,7	10,8	33,2	1,2	9,3	44,0	1,6	12,4	122,3
Житняк (для сравн.)	27,2	0,6	6,5	32,9	0,8	7,9	26,5	0,6	6,4	86,6

10–12, донник – на 15–20 дней. Сильное уплотнение почвы в старых посевах способствует быстрому просыханию поверхности и обеспечивает возможность ранней пастбы скота уже во второй половине апреля.

Как видим на фото 1, в настоящее время поля, засеянные ломкоколосником 30 лет назад по программе залужения, по-прежнему продуктивны. Ломкоколосник пережил все составляющие травосмесь культуры (донник, эспарцет), вытеснил конкурирующее разнотравье и прекрасно возобновляется со временем путем минимальных приемов ухода.

Переход от производства зерна к производству животноводческой продукции невозможен без укрепления кормовой базы, основой которой могут быть только дешевые полноценные грубые корма в виде сена.

В то же время кормовая база в области опирается, в основном, на естественные сенокосы и пастбища, урожайность которых в большинстве лет составляет 1,5–2,0 ц/га сена. Кроме того, большая площадь кормовых угодий подвергается деградации из-за бессистемного их использования.

Решить эту проблему может разработанная и внедренная на Уральской СХОС технология посева с использованием ячменя, горчицы и донника. Посевы многолетних трав в этом случае обеспечивают высокую продуктивность при сенокосном использовании в течение 8–10 лет, при пастбищном – 15 лет и более [6].

Вместе с тем, на в ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» с 1970 г. в отделе селекции многолетних трав ведутся селекция и первичное семеноводство ломкоколосника ситникового (волоснеца). Так, в 1975 г. был создан сорт Шортандинский, включенный в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан и допущенный к использованию в производство по северному и южному Казахстану. Также селекционерами данного Центра созданы сорта Шортандинский 85, Тарпан, Шортандинский пастбищный.

В 2018 г. создан новый сорт ломкоколосника ситникового Фарадиз, показанный на фото 2, который в экстремальных почвенно-климатических условиях Казахстана обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, солонцеустойчивостью, устойчивостью против стравливания и вытаптывания животными. Сорт пастбищного типа отличается высокой интенсивностью отрастания весной и после укусов. В годы с высокой влагообеспеченностью способен сформировать основной укос и две-три отавы. Пастбищная спелость травостоя (30–40 см) наступает на



Фото 1. Состояние ломкоколосника ситникового 1993 года посева, урочище Ливкино, 2017 год.

Photo 1. Appearance of the *Psathyrostachys juncea* plants sown in 1993, the Livkino tract, 2017.

40-й день после весеннего отрастания, первая отава формируется на 27-й день, вторая – на 29-й день после стравливания. Сорт среднеспелый. Vegetационный период от отрастания до спелости семян составляет 93 дня (87–100), что на уровне стандартного сорта. Сорт Фарадиз устойчив к наиболее распространенным болезням – стеблевой ржавчине и спорынье. Средняя урожайность зеленой пастбищной массы составляет 73,5–112,2 ц/га, сухого вещества – 28,0–42,6 ц/га. Семенная продуктивность – 1,9–2,5 ц/га. В сухой массе содержится 17,6–20,0 % сырого протеина, в отдельные годы – до 21,2 %; кормовых единиц – 0,5 кг/кг. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений Республики Казахстан и допущен к использованию в производство по Северному и Западному Казахстану [7].



Фото 2. Травостой сенокосной массы ломкоколосника ситникового сорта Фарадиз.

Photo 2. Grass stand for hay of the *Psathyrostachys juncea* plants of the Faradiz variety.

В данное время Уральская СХОС тесно сотрудничает с коллективом отдела селекции многолетних трав ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» по вопросам первичного семеноводства многолетних трав. На фото 3 представлены посевы многолетних злаковых трав на стационаре ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева».



Фото 3. Состояние посевов многолетних злаковых трав на стационаре ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева», 2022 год.

Photo 3. Appearance of sown perennial cereal grasses in the field station of the Scientific and Production Centre of Cereal Farming named after A. I. Baraev, 2022.

## Материалы и методы

Исследования по изучению селекционного материала ломкоколосника ситникового проводили на стационарах ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» в условиях южных карбонатных черноземов в питомниках конкурсного сортоиспытания (двелее – КСИ). Были заложены два питомника КСИ. Образцы ломкоколосника изучались по хозяйственно-ценным признакам: высоте, урожайности пастбищной массы, сухого вещества и семян, кустистости, интенсивности отрастания весной, устойчивости к болезням и вредителям, мощности развития растений, засухоустойчивости, зимостойкости, качеству корма и др. Стандарт – районированный по Акмолинской области ломкоколосника ситникового сорт Шортандинский.

Предшественник – чистый пар, агротехнические мероприятия проводили согласно общепринятым рекомендациям НПЦЗХ им. А. И. Бараева для многолетних трав в степной зоне: весной закрытие влаги – БИГ-3, предпосевная обработка с прикатыванием катками до и после посева. Посев ранневесенний, беспокровный.

Закладка питомников, наблюдения и учеты проводили в соответствии с методическими указаниями по селекции многолетних трав ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. Урожайность пастбищной массы учитывали при формировании травостоя высотой 30–40 см (имитация стравливания). Экспериментальный материал обработан статистически с помощью персонального компьютера и пакета прикладных программ «SNEDECOR».

Биохимический анализ проведен в лаборатории биохимии и селекции на качества в НПЦЗХ им. А. И. Бараева. Содержание сырого протеина в сухом веществе пастбищной массы определяли методом Кельдаля (с использованием прибора УДК – 142); сырого жира – по массе извлеченного

сырого жира; сырой клетчатки – по методу, основанному на удалении из продукта кислоторастворимых веществ и определении массы остатка, условно принимаемого за клетчатку. Расчет энергетической питательности кормов, выраженной в показателях обменной энергии и кормовых единицах, проводили с учетом содержания массовой доли сырой клетчатки в сухом веществе по уравнениям регрессий, созданным для каждого вида корма. Расчет кормовых единиц и обменной энергии проводили в соответствии с уравнениями регрессии и методическими указаниями по оценке качества и питательности кормов.

## Результаты и их обсуждение

В конкурсном сортоиспытании образцов ломкоколосника ситникового начало весеннего отрастания отмечено 7–17 апреля, колошения – 27–30 мая, цветения – 5–12 июня, созревания семян – 11–14 июля. Периоды «отрастание – колошение» у ломкоколосника ситникового составлял 43–51 день, «отрастание – цветение» – 56–59, «отрастание – созревание» семян – 90–95 дней. В табл. 2 приведены основные данные по ломкоколоснику ситниковому. Так, высота растений ломкоколосника перед укосами составила 30–41 см. За вегетацию за три года проведено два–четыре укоса (имитация стравливания).

Оценка зимостойкости показала, что изучаемые образцы обладают высокой зимостойкостью – 98–100 %, и засухоустойчивостью – 4,8–5 баллов. Интенсивность отрастания весной, мощность развития растений – отличная.

В среднем за три года (полный цикл изучения) проведено два–четыре укоса пастбищной массы (имитация стравливания).

В табл. 3 показаны основные показатели ломкоколосника ситникового, в среднем за три года изучений по содержанию сырого протеина сорта Фарадиз, Шортандинский 85, Шортандинский пастбищный превышали стандарт Шортандинский (20,14 %) на 0,7–7,9 %, по содержанию переваримого протеина превышали стандарт (14,37 %) на 0,9–9,5 %, содержание сырой клетчатки у этих образцов находилось в пределах 24,16–25,72 %, жира – 2,72–2,90 %.

Таким образом, в результате многолетнего изучения по технологии возделывания ломкоколосника ситникового ученые Уральской СХОС и ТОО «НПЦЗХ им. А. И. Бараева» установили, что для условий Западного и Северного Казахстана устойчивые сборы семян ломкоколосника возможны только на посевах с междурядьями не менее 60 см. Норма высева не должна превышать 5 кг/га, так как в противном случае снижается не только урожайность, но и выход кондиционных семян. В годы с благоприятными метеоусловиями на загущенных посевах сбор кондиционных семян снижается на 10–30 %, в засушливые годы – на 30–50 %. Однако только с третьего года жизни широкорядные посевы (междурядья – 60–70 см) обеспечивают более высокие урожаи семян ломкоколосника ситникового [8].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Урожайность в конкурсном сортоиспытании, в среднем за три года

## Yields in the competitive variety trial, approximately for three years

Сорт	Высота, см					Зеленая масса, ц/га <sup>2</sup>					Сухая масса, ц/га				
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	ср.	% к St	2021 г.	2022 г.	2023 г.	ср.	% к St	2021 г.	2022 г.	2023 г.	ср.	% к St
Шортандинский St	31	41	39	37	-	35,8	132,3	92,5	86,87	-	13	40,2	32,2	28,47	-
Шортандинский 85	30	43	41	38	101	35,8	130,3	98,3	88,13	101,5	12,2	40,2	33,9	28,77	101
Фарадиз	31	43	39	38	101	37,6	125,4	100	87,67	100,9	13,9	39,2	34,9	29,33	103
Шортандинский пастбищный	31	42	40	38	101	38,6	151,1	115,2	101,6	117	14,5	46,6	41	34,03	119,5

Таблица 3

## Питательность ломкоколосника ситникового

Table 3

Nutritive value of *Psathyrostachys júncea*

Сорт	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %	Сырой жир, %	Питательность в 1 кг сухого вещества	
					переваримого протеина, %	кормовых единиц, кг/кг
Шортандинский st	20,14	25,72	9,45	2,82	14,37	0,740
Фарадиз	21,02	25,78	10,17	2,76	15,12	0,738
Шортандинский 85	20,87	25,54	10,42	2,74	14,99	0,743
Шортандинский пастбищный	20,73	25,36	9,36	2,90	14,87	0,748

## Источники и литература

1. Бекмухамедов, Э. Л. Волоснец (ломкоколосник) ситниковый / Э. Л. Бекмухамедов. – Алма-Ата : Кайнар, 1975. – 70 с.
2. Гальчанская, Л. Г. Влияние сроков, способов посева и покровных культур на семенную продуктивность волоснеца ситникового / Л. Г. Гальчанская // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1976. – № 12. – С. 115–117.
3. Гальчанская, Л. Г. Возделывание волоснеца ситникового в Уральской области / Л. Г. Гальчанская // Волоснец ситниковый – ценная кормовая культура для улучшения кормов. – Алма-Ата, 1981. – С. 30–31.
4. Буянкин, В. И. Патент № 7573. Национальное патентное ведомство Республики Казахстан на изобретение «Способ выращивания многолетних трав под покров сельскохозяйственных культур». – Алматы, 08.01.1999 г.
5. Буянкин, В. И. Патент №10118. Национальное патентное ведомство Республики Казахстан на изобретение «Способ выращивания многолетних трав на семена под покров полевых культур». – Алматы, 22.12.1998.
6. Буянкин, В. И. Повышение продуктивности агроландшафтов засушливой зоны / В. И. Буянкин, А. С. Манаенков, В. Б. Лиманская // Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. – 156 с.
7. Многолетние злаковые травы на корм и семена в Северном Казахстане: рекомендации / Н. И. Филиппова, Е. И. Парсаев, Л. В. Задорожная. – Шортанды : НПЦЗХ им. А. И. Бараева, 2013. – 43 с.
8. Рекомендации по технологии посева и уборки волоснеца ситникового на семена в хозяйствах Западно-Казахстанской области: рекомендации / Т. А. Булеков, В. Б. Лиманская, И. Л. Диденко. – Уральск : ТОО «Ураль-

ская сельскохозяйственная опытная станция», 2020. – 26 с.

## References

1. Bekmuhamedov, E. L. Volosnec (lomkokolosnik) sitnikovyy [*Psathyrostachys júncea*]. – Alma-Ata : Kajnar, 1975. – 70 p.
2. Galchanskaya, L. G. Vliyanie srokov, sposobov poseva i pokrovnyh kultur na semennuyu produktivnost volosneca sitnikovogo [Effects of sowing time, methods and cover crops on seed productivity of *Psathyrostachys júncea* / L. G. Galchanskaya // Bulletin of Agricultural Science of Kazakhstan. – 1976. – № 12. – P. 115–117.
3. Galchanskaya, L. G. Vozdelyvanie volosneca sitnikovogo v Uralskoj oblasti [Cultivation of *Psathyrostachys júncea* in the Ural Region] / L. G. Galchanskaya // Volosnec sitnikovyy – cennaya kormovaya kultura dlya uluchsheniya kormov [*Psathyrostachys júncea* as a valuable fodder crop for forage improvement]. – Alma-Ata, 1981. – P. 30–31.
4. Buyankin, V. I. Patent № 7573. National Patent Office of the Republic of Kazakhstan for invention “Sposob vyrashchivaniya mnogoletnih trav pod pokrov selskohozyajstvennyh kultur [Method of growing perennial grasses under the cover of agricultural crops]”. – Almaty, 08.01.1999.
5. Buyankin, V. I. Patent № 10118. National Patent Office of the Republic of Kazakhstan for invention “Sposob vyrashchivaniya mnogoletnih trav na semena pod pokrov polevyh kultur [Method of growing perennial grasses for seeds under the cover of field crops]”. – Almaty, 22.12.1998.
6. Buyankin, V. I. Povyshenie produktivnosti agrolandshaftov zasushlivoj zony [Improving the productivity of dryland

agrolandscapes] / V. I. Buyankin, A. S. Manaenkov, V. B. Limanskaya // Volgograd : FSC of Agroecology RAS, 2019. – 156 p.

7. Mnogoletnie zlakovye travy na korm i semena v Severnom Kazahstane: Rekomendacii [Perennial cereal grasses for fodder and seeds in Northern Kazakhstan: Recommendations] / N. I. Filippova, E. I. Parsaev, L. V. Zadorozhnaya.

– Shortandy : Scientific and Production Centre of Cereal Farming named after A. I. Baraev, 2013. – 43 p.

8. Recommendations on the technology of *Psathyrostachys júncea* sowing and harvesting for seeds in farms of the West Kazakhstan region: Recommendations / T. A. Bulekov, V. B. Limanskaya, I. L. Didenko. – Uralsk : Ural Agricultural Experimental Station LLP, 2020. – 26 p.

#### **Благодарность (госзадание):**

Данное исследование было профинансировано Министерством науки и образования Республики Казахстан в рамках НТП BR21881871 «Разработка технологий и приемов заготовки кормов в кормовых угодьях Казахстана в контексте устойчивого управления».

#### **Acknowledgements (state task)**

This study was financially supported by the Ministry of Science and Education of the Republic of Kazakhstan within the scientific-technical project BR21881871 “Development of technologies and methods for fodder harvesting in forage lands of Kazakhstan in the context of sustainable management”.

#### **Информация об авторах:**

**Булеков Тулеген Ахметович** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом неорошаемого земледелия и кормопроизводства ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция» (009009, Республика Казахстан, г. Уральск, пос. Деркул, ул. Бараева, д. 6; e-mail: .ucxos1914@mail.ru).

**Лиманская Валентина Борисовна** – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель Председателя Правления ТОО «Уральская сельскохозяйственная опытная станция» (009009, Республика Казахстан, г. Уральск, пос. Деркул, ул. Бараева, д. 6; e-mail: .ucxos1914@mail.ru).

**Филиппова Надежда Ивановна** – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции многолетних трав ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства имени А. И. Бараева» (021601, Республика Казахстан, Акмолинская обл., Шортандинский р-н, пос. Научный, ул. Акқайың, д. 13, кв. 1).

#### **About the authors:**

**Tulegen A. Bulekov** – Candidate of Sciences (Agriculture), Head of the Department of Rain-Fed Farming and Fodder Production at the Ural Agricultural Experimental Station (6 Baraev str., Derkul settlement, Uralsk, 009009 Republic of Kazakhstan; e-mail: .ucxos1914@mail.ru).

**Valentina B. Limanskaya** – Candidate of Sciences (Agriculture), Deputy Chairman of the Board at the Ural Agricultural Experimental Station (6 Baraev str., Derkul settlement, Uralsk, 009009 Republic of Kazakhstan; e-mail: .ucxos1914@mail.ru).

**Nadezhda I. Filippova** – Candidate of Sciences (Agriculture), Head of the Department of Perennial Grasses Breeding at the Scientific and Production Centre of Cereal Farming named after A.I. Baraev (Apartment 1, House 13, Akkaiyn str., Shortandinskiy District, Akmolinskiy Region 021601 Republic of Kazakhstan).

#### **Для цитирования:**

Булеков, Т. А. Ломкоколосник ситниковый – ценная кормовая культура сухой степи Казахстана / Т. А. Булеков, В. Б. Лиманская, Н. И. Филиппова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 26–31.

#### **For citation:**

Bulekov, T. A. Lomkokolosnik sitnikovyj – cennaya kormovaya kultura suhoj stepi Kazahstana [*Psathyrostachys júncea* as a valuable forage crop of the dry steppe of Kazakhstan] / T. A. Bulekov, V. B. Limanskaya, N. I. Filippova // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 26–31.

Дата поступления статьи: 13.09.2024

Прошла рецензирование: 29.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 13.09.2024

Reviewed: 29.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Продуктивность жимолости синей сорта Нижегородский десерт на различных уровнях минерального и органического питания

В. П. Головунин, С. А. Замятин

Марийский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Республика Марий Эл, пос. Руэм  
zamyatin.ser@mail.ru

### Аннотация

Учет урожая жимолости синей показал, что использование агромелиорантов обеспечивает получение достоверной прибавки (+0,4–1,7 т/га) по сравнению с контролем. Наиболее существенная прибавка +1,7 т/га при уровне урожайности, равном 3,5 т/га, зафиксирована при применении варианта «Гуминовый стимулятор роста + Азофоска». Величина средней массы одной ягоды представляет собой весомый качественный показатель, на который оказывает значительное влияние использование агромелиорантов.

### Ключевые слова:

жимолость, азот, фосфор, калий, агромелиоранты, удобрения, урожайность

Необходимость установления дополнительных инструментов, способствующих повышению объемов производства продукции, используемой в растениеводстве, объясняется резким повышением цен на ядохимикаты и минеральные удобрения. При данных обстоятельствах активное применение бактериальных удобрений, специальных средств, стимулирующих рост растений и биологических средств защиты последних, будет наиболее оптимальным способом решения проблемы [1].

Выполнение обработки черенков растений препаратами гуминовых веществ, имеющими жидкую консистенцию, до начала посадки является в ягодном питомниководстве наиболее прогрессивным направлением развития указанной отрасли. В настоящее время торф и прочие виды природного сырья из разряда гуматов производятся относительно в больших объемах. Уровень приживаемости растений черной смородины продемонстрировал положительную динамику, что можно объяснить сравнительно высокой степенью устойчивости черенков названного растения к различным негативным факторам, вызванным холодным временем года, а также положительными изменениями саженцев в части их корневой системы и надземной составляющей. Полученные показатели исходят из выполненного в питомнике ФГУП «Красноярское» экспериментального исследования, где в качестве вспомога-

## Productivity of the blue honeysuckle variety Nizhegorodsky dessert at different mineral and organic nutrition levels

V. P. Golovunin, S. A. Zamyatin

Mari Research Institute of Agriculture, Branch of the Federal Agrarian Science Centre of the North-East, Republic of Mari El, Ruem settlement  
zamyatin.ser@mail.ru

### Abstract

Agromeliorants provide for a reliable increase (by 0.4–1.7 t/ha) in yield of blue honeysuckle, compared to the control. The combination “Humic growth stimulator + Azofoska” produces best results with a yield increment of 1.7 t/ha and total yield value of 3.5 t/ha. The application of agromeliorants has a positive effect on such a qualitative indicator as the average weight value of one berry.

### Keywords:

honeysuckle, nitrogen, phosphorus, potassium, agromeliorants, fertilisers, productivity

тельного средства был применен изготовленный на основе торфа стимулятор роста [2].

А к увеличению уровня стойкости малины в зимнее время года привела осуществляемая при использовании минеральных удобрений обработка названного растения энергинном и гуматом +7, что было установлено при помощи исследований, которые имели место в ФГБУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина». Гибель почек при применении названного варианта составила 24,0–26,1%, а согласно оценке уровня подмерзания побегов, установлен результат данного показателя – 1,9–2,0 балла. Был зафиксирован достаточно высокий уровень (почти 4 балла) общего состояния растений по окончании вегетационного периода, что объяснялось активизацией процессов восстановительного характера. Общая площадь листьев была заметно (на 6,2–9,0%) увеличена на каждом из вариантов, где применялась обработка веществами, стимулирующими рост. Применение полного минерального удобрения совместно с четырехразовым использованием и средства гумат +7 макро- и микроэлементов обеспечило увеличение показателей урожайности ягод малины более чем на 14% [3].

Иные вопросы затрагивались в ходе исследовательской деятельности в Учебно-опытном экологическом центре МГУ имени М. В. Ломоносова, которая заключалась



в проведении полевых опытов, позволивших установить наличие положительного влияния применения гумата калия ЭкоОрганика и изготовленного на основе бурого угля гумата калия Экстра на уровень урожайности картофеля сортов Санте и Брянская новинка [4].

Повышение показателей урожайности озимой пшеницы до 8 %, установленное в результате проводимых в Брянском ГАУ исследований, было напрямую связано с обработкой растений Гуми-стимом и К-Гумат натрием с микроэлементами на фонах  $N_{60}P_{60}K_{60}$  и  $N_{90}P_{90}K_{90}$ . Возрастание числа продуктивных стеблей и повышение уровня сохранности растений до уборки подтверждали наличие положительного результата, вызванного такой обработкой. Действие гуминовых удобрений было уменьшено в связи с внесением высоких доз  $N_{120}P_{120}K_{120}$  [5].

Необходимо отметить, что положительное воздействие от введения в почву гуминовых удобрений в виде повышения уровня микробиологической активности длится достаточно продолжительное время, выходя за рамки того года, в который было применено названное средство. При этом, наряду с общим увеличением численности последних, отмечается возрастание числа отдельных групп микроорганизмов. Наибольшее воздействие гуминовые удобрения оказывают на группы азотфиксаторов, аммонификсаторов и нитрификсаторов, целлюлозоразлагающие и маслянокислые бактерии, почвенные микромицеты [6].

При использовании торфогуминового удобрения Теллуро-Био для растения черная смородина, как было установлено в ходе проведенных на базе ГНУ НИИ Сибири им. М. А. Лисавенко исследований, наблюдается улучшение ряда параметров процессов ускоряемости черенков названного растения, как и условий существования будущих саженцев в виде роста их надземной части и корневой системы [7].

Для увеличения урожая зерна до 49 %, массы 1 тыс. зерен и усиления развития и роста растений, по мнению некоторых специалистов в рассматриваемой сфере, следует применять гуминовое удобрение «БиоЭкоГум» для посевов озимых культур [8].

Но в то же самое время не на всех ягодных культурах особенности применения гуминовых стимуляторов роста изучены на достаточном уровне. В частности, речь идет о жимолости синей. Необходимо достоверно установить наличие условий для накопления в самих ягодах жимолости и продуктах их переработки остатков агролепидантов, поскольку применение названной продукции достаточно широко и охватывает питание всевозможных направленностей, в том числе лечебной, диетической. Кроме того, рассмотренные виды продукции нередко используются для питания детей. Ввиду высокой актуальности проблем урожайности, роста, уровня качества самих ягод жимолости и изготавливаемых из них продуктов для Республики Марий Эл начиная с 2021 г. были организованы исследования, посвященные характеру воздействия на указанные параметры гуминовых стимуляторов роста и минеральных удобрений, в Марийском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

Данная экспериментальная деятельность осуществлялась с использованием образцов ягод жимолости синей, был выбран перспективный сорт названного растения. У выбранного сорта ягод подверглись исследованию такие значимые характеристики, как продуктивность соответствующей продукции и уровень ее качества.

Коллекционный участок жимолости синей, посаженной в 2007 г., был избран для проведения описанного выше опыта. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. По гранулометрическому составу слабокислая, с низким содержанием гумуса, средним – доступного калия и повышенным – доступного фосфора.

В основу экспериментальной деятельности была положена «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», изданная в г. Орле в конце XX в. Основываясь на ней, выполнялись оценка общего состояния растений исследуемого типа, расчет среднего прироста в течение года, учет средней массы одной ягоды, а также урожая [9].

Схема опыта: 1) Контроль – вода 10 л/м<sup>2</sup>; 2) Гуминовый стимулятор роста («Торфяной ДАР Марий Эл») – норма расхода препарата – 150 мл/м<sup>2</sup> + вода – 10 л/м<sup>2</sup>; 3) Гуминовый стимулятор роста («Торфяной ДАР Марий Эл») – норма расхода препарата – 300 мл/м<sup>2</sup> + вода – 10 л/м<sup>2</sup>; 4) Азофоска (нитроаммофоска N – 16 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 16 %, K<sub>2</sub>O – 16 %) – доза внесения 150 г/м<sup>2</sup>; 5) Гуминовый стимулятор роста («Торфяной ДАР Марий Эл») + Азофоска, норма расхода препарата – 150 мл/м<sup>2</sup> + вода 10 л/м<sup>2</sup>, минеральное удобрение – 150 г/м<sup>2</sup>.

Повторность трехкратная, размещение делянок – рендомизированное, срок внесения гуминового стимулятора роста и минерального удобрения – первая декада мая однократно. Внесение поверхностное. На опыте использовался сорт жимолости синей Нижегородский десерт.

Гуминовым стимулятором роста называются органические удобрения, включающие в себя совокупность микроэлементов, имеющих природное происхождение, а также высокий уровень содержания гумусовых кислот. Каких-либо ограничений относительно стадии роста растений для применения данного вещества не установлено. Кроме того, его использование имеет ряд преимуществ: уменьшение сроков созревания, развитие крепкой корневой системы, вызванное более высокой скоростью процессов калийного и фосфорного обменов, уменьшение уровня нитратов в овощах, поступление растениям питания своевременно и доступность последнего. При этом следует отметить, что гуминовый стимулятор роста не относится к числу минеральных удобрений. Более того, названное вещество способствует запуску процесса формирования в почве гумуса и улучшению качества питания растений, поскольку обеспечивает активный рост полезной почвенной микрофлоры.

Торфогуминовый стимулятор роста предназначен для обработки посадочного материала и использования в качестве корневых и внекорневых подкормок растений при выращивании овощных, цветочных, зеленых, декоративно-лиственных культур, ягодных кустарников и плодовых деревьев, газонных трав. Следует отметить ряд преимуществ

Состав гуминового стимулятора роста  
Composition of humic growth stimulator

Показатели	Величина показателя
Внешний вид, цвет	Обводненная суспензия темно-коричневого цвета
Запах	Отсутствует
Массовая доля влаги, %	86,8
Массовая доля сухого вещества, %	13,2
Плотность, г/дм (г/л)	1056
Содержание водорастворимых гуминовых кислот, %	24,08
г/л	35,1
Валовое (общее) содержание гуминовых кислот, %	30,8
г/л	42,9
Валовое содержание фульвокислот, %	5,1

ществ использования названного стимулятора: снижение негативного воздействия на растения внешних условий среды; повышение уровня сопротивляемости последних к различным заболеваниям; улучшение вкусовых свойств продукции, выращиваемой с применением указанного стимулятора, а также повышение полезности такой продукции, улучшение декора цветов, повышение уровня урожайности и усиление роста.

Рассматривая особенности вегетационного периода жимолости синей в 2023 г., следует указать на достаточно благоприятную обстановку для роста и развития растения на достаточном уровне. При этом установлено превышение среднесуточной температуры апреля на 4,0 °С, которая достигла отметки около +9,0 °С. Вместе с этим зафиксировано небольшое отклонение уровня осадков, составившее 28 мм от нормы (полученный показатель соответствует почти 90 % от нормального значения). Достаточно теплая погода, превышавшая средние показатели на протяжении нескольких предыдущих лет почти на 2,0 °С и составившая +14,2 °С, была замечена в период цветения рассматриваемого растения в мае. Кроме этого, установлено небольшое превышение нормы осадков (на 13 %). Значение данного показателя – 44 мм. Температура воздуха впервые два летних месяца составляла +15,1...+19,8 °С (данные значения превышают июльские средние параметры прошлых годов на 0,5 °С и уступают июньским того же периода практически на 2,0 °С). Такая погода характеризуется как умеренно теплая. Осадков выпало 25 и 70 мм соответственно, или 39 и 92 % от нормы. Август-сентябрь были жаркими (отклонения от среднемноголетних значений составило +2–3 °С) и сухими, осадков выпало 12–7 мм, что составляет 18–14 % от нормы соответственно. Растения жимолости демонстрировали весьма угнетенное состояние в рассмотренные выше отрезки времени.

Был выполнен комплекс агротехнических мероприятий на коллекционном участке в отчетном году: в период вегетации трехкратно производилась прополка, выполнялось подкашивание травостоя между рядами; согласно предварительно разработанной схеме опыта,

Таблица 1 осуществлялось внесение минерального удобрения и гуминового стимулятора; производилась санитарная обрезка кустов.

Table 1 О хорошем состоянии растений, оцениваемом в 4 балла, свидетельствовали показатели, полученные в результате измерения величины среднего уровня прироста в течение года: так, прирост без применения агроメリорантов (т. е. в условиях естественного плодородия) составил 12 см. Данные указанного расчета представлены в табл. 2. В дальнейшем была зафиксирована прибавка в рассматриваемом показателе в размере от 13 до 33 см, средняя величина прироста в течение года варьировала от 25 до 45 см. Данные изменения произошли в результате добавления агроメリорантов, что обеспечило определенный уровень

минерального питания жимолости. При этом наилучший результат в отношении рассматриваемого показателя (состояние растений, оцененное на 5 баллов, и значение прироста 45 см) обеспечило использование Гуминового стимулятора роста + Азофоски.

Из представленных данных следует, что повышение уровня потенциальной урожайности, как и позитивные изменения состояния растений жимолости в целом, а также их последующее развитие зачастую связаны с использованием на начальной стадии роста указанных растений агроメリорантов. Максимальное значение исследуемого показателя прироста – превышение контроля в 3,7 раза.

Кроме того, был исследован уровень содержания в листьях жимолости полезных соединений калия и фосфора, а также общего азота. Указанные замеры выполнены во вторую декаду июня. Именно это время является периодом созревания ягод. Установлено условие увеличения названных элементов – введение большего количества агроメリорантов в качестве минерального питания. Получившиеся изменения были внесены в табл. 3, из данных которой следует, что массовая доля подвижных соединений калия возросла от 1,5 до 2,1 %, фосфора – от 0,4 до 0,51 %. Что касается азота, то массовая доля указанного соединения выросла на 0,7%, где первоначальное значение составляло 2,3 %. Следует отметить вариант Гуминовый стимулятор роста + Азофоска, где получена наибольшая прибавка данных показателей: массовая доля

Таблица 2  
Величина среднегодового прироста и общее состояние растений (2023)  
Table 2  
Average annual growth value and general plant condition (2023)

Варианты	Среднегодовой прирост, см	Общее состояние растений, балл
Вода (контроль)	12	4
Гуминовый стимулятор роста, 150 мл/м <sup>2</sup>	25*	5
Гуминовый стимулятор роста, 300 мл/м <sup>2</sup>	28*	5
Азофоска, 150 г/м <sup>2</sup>	37*	5
Гуминовый стимулятор роста + Азофоска, 150 мл/м <sup>2</sup> + 150 г/м <sup>2</sup>	45*	5
НСР <sub>05</sub>	2,1	

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4: \* - достоверно на 0,05%-ном уровне значимости. Note. Here and in Tables 3, 4: \* - significant at the 0.05 % level.

Содержание элементов питания в листьях жимолости после внесения агромелиорантов (2023)

Nutrient element content in blue honeysuckle leaves after application of agromeliiorants (2023)

Варианты	Массовая доля азота, %	Массовая доля подвижных соединений фосфора, %	Массовая доля подвижных соединений калия, %
Вода (контроль)	1,9	0,31	1,0
Гуминовый стимулятор роста, 150 мл/м <sup>2</sup>	2,3*	0,4*	1,5*
Гуминовый стимулятор роста, 300 мл/м <sup>2</sup>	2,5*	0,42*	1,6*
Азофоска, 150 г/м <sup>2</sup>	2,7*	0,45*	1,9*
Гуминовый стимулятор роста + Азофоска, 150 мл/м <sup>2</sup> + 150 г/м <sup>2</sup>	3,0*	0,51*	2,1*
НСР <sub>05</sub>	0,27	0,041	0,16

азота – +1,1 % (3,0 %), массовая доля подвижных соединений фосфора – +0,2 % (0,51 %) и массовая доля подвижных соединений калия – +1,1 % (2,1 %).

Подводя итог выполненным в рамках исследования мероприятиям, необходимо отметить положительные изменения в характеристиках развития и роста растений в отчетный год в результате применения изученных агромелиорантов.

В табл. 4, представленной ниже, отражены итоги осуществленного опыта, целью которого было определение влияния использования минерального удобрения и гуминового стимулятора роста на уровень урожайности жимолости синей перспективного сорта.

По анализу показателей, сопоставленных с контролем, и, как видно из материалов, внесенных в указанную таблицу, была выявлена достоверная прибавка, пределы которой варьируют от +0,4–1,7 т/га. Особо значительный показатель достоверной прибавки (+1,7 т/га при уровне урожайности 3,5 т/га) выявлен в связи с применением варианта Гуминового стимулятора роста + Азофоски. Кроме того, сумма средней массы одной ягоды – еще один весомый качественный показатель, рассмотренный в табл. 4. На данный критерий использование агромелиорантов также имеет положительное влияние. Величина изучаемого показателя на контрольном варианте составила 1 г. Итак, при средней массе одной ягоды в пределах 1,6–2,1 г установлена достоверная прибавка в размере +0,6–1,1 г.

Урожайность и средняя масса одной ягоды жимолости синей (2023)

Yield and average weight of one blue honeysuckle berry (2023)

Варианты	Урожайность, т/га	Средняя масса одной ягоды, г
Вода (контроль)	1,8	1,0
Гуминовый стимулятор роста, 150 мл/м <sup>2</sup>	2,2*	1,6*
Гуминовый стимулятор роста, 300 мл/м <sup>2</sup>	2,5*	1,7*
Азофоска, 150 г/м <sup>2</sup>	2,8*	1,9*
Гуминовый стимулятор роста + Азофоска, 150 мл/м <sup>2</sup> + 150 г/м <sup>2</sup>	3,5*	2,0*
НСР <sub>05</sub>	0,21	0,17

Таблица 3 Полученные результаты обусловлены именно применением агромелиорантов. Максимальный размер достоверного превышения контрольного показателя (+1 г), составивший в итоге 2,0 г, установлен в результате выбора варианта Гуминовый стимулятор роста + Азофоска.

Table 3

Выводы

Подводя предварительные итоги на основании выполненных исследований, можно прийти к следующим выводам. Повышение уровней качества ягодной продукции и потенциальной урожайности, как и общее состояние растений жимолости, а также их последующее развитие в начальный период весны связаны с применением на данном этапе агромелиорантов.

Максимальное превышение контрольных замеров среднего прироста в течение года составило 3,7 раза (данный показатель достиг отметки 45 см), что связано с использованием варианта Гуминовый стимулятор роста + Азофоска. Достижение оптимального уровня содержания калия, фосфора и азота в листьях растения жимолости также обеспечивается с помощью добавления рассмотренных выше разновидностей агромелиорантов. В условиях отчетного года наибольшая достоверная прибавка урожая (+1,7 т/га) и качественного показателя средней массы одной ягоды (+1,0 г) была получена в варианте Гуминовый стимулятор роста + Азофоска при урожайности 3,5 т/га и величине средней массы одной ягоды 2,0 г.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники и литература

1. Векленко, В. И. Эффективность биологических препаратов и регуляторов роста на посевах зерновых культур / В. И. Векленко, Р. А. Айдиев, Д. В. Шамин // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 10. – С. 46–47.
2. Куприна, М. Н. Использование стимуляторов роста на основе торфа в ягодном питомнике / М. Н. Куприна, В. Л. Колесникова // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 7. – С. 85–91.
3. Резвякова, С. В. Оценка воздействия стимуляторов роста на повышение зимостойкости и урожайности малины / С. В. Резвякова, Е. С. Резвякова // Вестник аграрной науки. – 2017. – № 5 (68). – С. 3–11.
4. Макаров, О. М. Опыт оценки влияния гуминовых препаратов на урожайность и качество картофеля / О. М. Макаров, А. А. Степанов, Н.Ф. Черкашина [и др.] // Агрехимический вестник. – 2016. – № 1. – С. 22–26.
5. Мамаев, В. В. Влияние гуминовых и минеральных удобрений на урожайность ози-

Таблица 4

Table 4

- мой пшеницы / В. В. Мамаев, И. В. Сычева, М. С. Сычев // *Агрохимический вестник*. – 2015. – № 5. – С. 10–12.
6. Безуглова, О. С. Гуминовые препараты как стимуляторы роста растений и микроорганизмов (обзор) / О. С. Безуглова, Е. А. Полиенко, А. В. Горовцов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 4 (60). – С. 11–13.
  7. Северин, В. Ф. К размножению смородины черной зелеными черенками: продуктивность маточника и влияние гуминовых удобрений на укоренение черенков и рост саженцев / В. Ф. Северин, В. В. Кандаурова, Д. А. Социлов // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2006. – № 6 (26). – С. 22–28.
  8. Сулейменов, Б. У. Влияние гуминового удобрения «Био-ЭкоГум» на биохимические показатели качества зерна озимой пшеницы / Б. У. Сулейменов, А. Т. Сейтменбетова // *Почвоведение и агрохимия*. – 2021. – № 1. – С. 64–69.
  9. Плеханова, М. Н. Жимолость // *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* / под ред.: Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. С. 444–457.

## References

1. Veklenko, V. I. Effektivnost biologicheskikh preparatov i regulyatorov rosta na posevah zernovykh kultur [Effect of biological preparations and growth regulators on grain crops] / V. I. Veklenko, R. A. Ajdiev, D. V. Shamin // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Scientific and Technical Achievements of the Agro-industrial Complex]*. – 2007. – № 10. – P. 46–47.
2. Kuprina, M. N. Ispolzovanie stimulyatorov rosta na osnove torfa v yagodnom pitomnike [Use of peat-based growth stimulants in berry breeding nursery] / M. N. Kuprina, V. L. Kolesnikova // *Bulletin of the KrasSAU*. – 2014. – № 7. – P. 85–91.
3. Rezvyakova, S. V. Ocenka vozdeystviya stimulyatorov rosta na povyshenie zimostojkosti i urozhajnosti maliny [Evaluation of the effect of growth stimulants on the winter hardiness and yield of raspberry] / S. V. Rezvyakova, E. S. Rezvyakova // *Vestnik agrarnoj nauki [Agrarian Science Bulletin]*. – 2017. – № 5 (68). – P. 3–11.
4. Makarov, O. M. Opyt ocenki vliyaniya guminovykh preparatov na urozhajnosti kachestvo kartofelya [Experimental evaluation of the effect of humic preparations on potato yield and quality] / O. M. Makarov, A. A. Stepanov, N. F. Cherkashina, O. A. Chistova, N. N. Panina // *Agrohimicheskij vestnik [Agrochemical Bulletin]*. – 2016. – № 1. – P. 22–26.
5. Mamaev, V. V. Vliyanie guminovykh i mineralnykh udobrenij na urozhajnost ozimoy pshenicy [Effect of humic and mineral fertilizers on winter wheat yields] / V. V. Mamaev, I. V. Sycheva, M. S. Sychev // *Agrohimicheskij vestnik [Agrochemical Bulletin]*. – 2015. – № 5. – P. 10–12.
6. Bezuglova, O. S. Guminovye preparaty kak stimulyatory rosta rastenij i mikroorganizmov (obzor) [Humic preparations as plant and microbial growth stimulators (review)] / O. S. Bezuglova, E. A. Polienko, A. V. Gorovcov // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. – 2016. – № 4 (60). – P. 11–13.
7. Severin, V. F. K razmnozheniyu smorodiny chernoj zelenymi cherenkami: produktivnost matochnika i vliyanie guminovykh udobrenij na ukorenenie cherenkov i rost sazhencev [About propagation of blackcurrant by green cuttings: productivity of the breeding nursery and effect of humic fertilizers on rooting of cuttings and growth of seedlings] / V. F. Severin, V. V. Kandaurova, D. A. Sochilov // *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin the Altai State Agrarian University]*. – 2006. – № 6 (26) – P. 22–28.
8. Sulejmenov, B. U. Vliyanie guminovogo udobreniya “BioEkoGum” na biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna ozimoy pshenicy [Effect of humic fertilizer “BioEcoGum” on biochemical grain quality indicators of winter wheat] / B. U. Sulejmenov, A.T. Sejtmenbetova // *Pochvovedenie i agrohimiya [Soil Science and Agrochemistry]*. – 2021. – № 1. – P. 64–69.
9. Plekhanova, M. N. Honeysuckle // *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур* [Program and methodology of variety investigation of fruit, berry and nut crops] / ed. E. N. Sedov, T. P. Ogoltsova. – Орел : VNIISPK, 1999. – P. 444–457.

## Благодарность (госзадание):

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема FNWE-2022-0004).

## Acknowledgements (state task)

The study was carried out within the framework of the state Task of FSBSI FASC of the North-East (theme FNWE-2022-0004).

## Информация об авторах:

**Головунин Владимир Павлович** – старший научный сотрудник, заведующий группой садоводства Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (425231, Российская Федерация, Республика Марий Эл, Медведевский район, пос. Руэм, ул. Победы, д. 10).

**Замятин Сергей Анатольевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом технологий Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (425231, Российская Федерация, Республика Марий Эл, Медведевский район, пос. Руэм, ул. Победы, д. 10; zamyatin.ser@mail.ru).

**About the authors:**

**Vladimir P. Golovunin** – Senior Researcher, Head of the Horticulture Group at the Mari Research Institute of Agriculture, Branch of the FSBSI “Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitsky” (Mari Research Institute of Agriculture – Branch of the FSBSI FASC of the North-East, 10 Pobedy st., Ruem settlement, Medvedevsky Region, Mari El Republic, 425231 Russian Federation).

**Sergey A. Zamyatin** – Candidate of Sciences (Agriculture), Leading Researcher, Head of the Technology Department at the Mari Research Institute of Agriculture – Branch of the FSBSI “Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitsky” (Mari Research Institute of Agriculture – Branch of the FSBSI FASC of the North-East, 10 Pobedy st., Ruem settlement, Medvedevsky Region, Mari El Republic, 425231 Russian Federation; e-mail: zamyatin.ser@mail.ru).

**Для цитирования:**

Головунин, В. П. Продуктивность жимолости синей сорта Нижегородский десерт на различных уровнях минерального и органического питания / В. П. Головунин, С. А. Замятин // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 32–37.

**For citation:**

Golovunin, V. P. Produktivnost zhimolosti sinej sorta Nizhegorodskij desert na razlichnyh urovnyah mineralnogo i organicheskogo pitaniya [Productivity of the blue honeysuckle variety Nizhegorodsky dessert at different mineral and organic nutrition levels] / V. P. Golovunin // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 32–37.

Дата поступления статьи: 09.09.2024

Прошла рецензирование: 30.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 09.09.2024

Reviewed: 30.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Оценка сортов люпина узколистного для целей регенеративного (восстановительного) земледелия

С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко

Вятский государственный агротехнологический университет,  
г. Киров

emeleffsergej@yandex.ru

elenalybeko@rambler.ru

### Аннотация

Забота об экологической безопасности страны требует внедрения современных безвредных для окружающей среды способов хозяйствования. Для сохранения и восстановления почвенного плодородия большое значение имеет обогащение ее дополнительным количеством органического вещества. В сельском хозяйстве распространено удобрение почвы не только продуктами жизнедеятельности выращиваемого скота, но и растительной органикой. В частности, одним из эффективных вариантов является высадка сидератов, способных обогащать почвы огромным количеством полезных и питательных веществ. Конечно, прежде чем высаживать подобные культуры, следует учитывать, что не все из них могут обогащать состав почвы. Если говорить об условиях в Кировской области, в частности, об особенностях климата в период с 2022 по 2023 г., то здесь довольно неплохо росло такое растение, как люпин узколистный. Высадка данной культуры позволила получить неплохие результаты: объем зеленой массы растения составил более чем 625,6 ц/га. Подобное количество травы намного превосходит самые известные сорта других сельскохозяйственных культур, к примеру, полевого гороха сортов Аккорд, Фламинго, Олигарх и Федоровский (на 28–76 %); по урожайности зеленой массы абсолютно сухого веса – сорта Аккорд и Фламинго (на 28 и 40 % соответственно). Лидером по сбору азота стал сорт Фламинго (4,98 ц/га, или 72 % больше контроля), а по сбору золы – сорт Аккорд (13,23 ц/га, или 64 % больше контроля). Сорта узколистного люпина Аккорд, Фламинго, Олигарх и Федоровский можно рекомендовать для использования в качестве сидератов при проведении восстановления (регенерации) почв сельскохозяйственного назначения.

### Ключевые слова:

зернобобовые культуры, сидераты, биологизация, экологическая безопасность, удобрения, плодородие

Актуальным направлением хозяйствования в аграрной сфере в настоящее время становится модель, подразумевающая баланс между удовлетворением потребностей

## Evaluation of narrow-leaved lupine varieties for the purposes of regenerative(restorative) agriculture

S. A. Emelev, E. S. Lybenko

Vyatka State Agrotechnological University,  
Kirov

emeleffsergej@yandex.ru

elenalybeko@rambler.ru

### Abstract

Concern for the environmental safety of the country requires introduction of modern environmentally friendly management methods. To conserve and restore the soil fertility, it is of great importance to enrich it with an additional amount of organic matter. In agriculture, it is used to fertilise the soil not only with waste products of raised cattle but also with plant organic matter. Planting siderates, which can enrich soils with plenty of useful nutrients, plays a significant role. Before planting such crops, it is important to know that not all of them can enrich the soil composition. For the agroclimatic conditions of the Kirov Region in general and for the years of 2022–2023 in particular, we accessed the possibility of using narrow-leaved lupine. This plant gave good results with the fresh green mass yield of over than 625.6 c/ha. This value significantly exceeded the popular varieties of other agricultural crops, e.g. the field pea varieties Accord, Flamingo, Oligarch, and Fedorovsky (by 28–76 %). By the air-dry green mass yield, narrow-leaved lupine exceeded Accord and Flamingo (by 28 and 40 %, respectively). The Flamingo variety became first in nitrogen collection (4.98 c/ha, or by 72 % more than the control) whereas the Accord variety – in ash collection (13.23 c/ha, or by 64 % more than the control). The varieties of narrow-leaved lupine as Accord, Flamingo, Oligarch, and Fedorovsky can be recommended for use as siderates for restoration (regeneration) of agricultural soils.

### Keywords:

legumes, siderates, biologisation, environmental safety, fertilisers, fertility

растущей численности населения и сохранением и поддержанием природного биоразнообразия. Применение технологий интенсивного воздействия в земледелии нега-

тивным образом сказывается на плодородии почвы и ее качестве, снижая при этом запасы доступных питательных веществ и степень развития почвенной микрофлоры [1, с. 86; 2, с. 28] и оказывая влияние на биоразнообразие [3, с. 975].

Внедрение элементов регенеративного земледелия позволит в ряде случаев сохранить, а в ряде случаев и добиться повышения плодородия почвы, определяемого его качественными показателями, увеличить биоразнообразие земель сельскохозяйственного назначения, произвести растительную продукцию заданного качества.

Один из приемов воздействия на почву, способствующий ее восстановлению, – это высадка различных сельскохозяйственных культур, относящихся к категории сидератов. Благодаря данным растениям возможно обогатить почву большим количеством органических веществ, улучшить жизнедеятельность той микрофлоры в земле, которая способствует улучшению состава почвы, очищению грунта от вредных загрязнений и токсинов, а также разного рода вредителей как растительных, так и насекомых. С помощью сидератов можно в краткие сроки повысить объемы гумуса, благотворно влияющего на все сельскохозяйственные культуры [4, с. 3].

Хорошими сидератами являются растения семейства бобовых. Увеличение их доли в структуре посевных площадей позволит снизить применение минеральных удобрений [5, с. 9]. Эти культуры обладают свойством биологической азотфиксации, способны снизить засоренность в посевах. Являясь покровной культурой, они снижают развитие эрозионных процессов, а также улучшают агрофизические свойства почвы [6, с. 18]. Кроме этого, многие бобовые выращивают с целью получения растительного белка, содержание которого может достигать 39 % [7, с. 368].

Однолетним видом бобовых, имеющим разностороннее использование, является люпин узколистный [8, с. 4; 9, с. 342]. В отличие от других видов малого долголетия, обладая меньшей потребностью в тепле, он способен в северных районах давать устойчивые урожаи не только зеленой массы, но и зерна. Его продукция содержит много протеина, обеспечивая при высокой урожайности большой сбор белка с единицы площади. Аминокислотный состав белка достаточно благоприятен, содержит значительное количество незаменимых аминокислот.

На территории рассматриваемой нами станции с 2022 г. проводятся опыты, направленные на исследование основных характеристик люпина и его потенциала в области улучшения состава почвенного покрова на землях сельскохозяйственного назначения.

Основными задачами исследователей стали: оценивание объемов урожайности зеленой массы и потенциала собираемого от растения азота; изучение возможностей данного сорта люпина для широкого его применения на всей территории страны; изучение всех характеристик и возможностей ранних сортов люпина и т. д. Применяя столь доступный подход для восстановления состава почвы, как сидераты, можно экономить значительные суммы денежных средств, создавать питательные пастбища для скота,

повышать урожайность различных сельскохозяйственных культур, которые высаживаются в почву после сидератов. Кроме того, данные культуры способствуют удалению сорной травы, повышению процентного содержания питательного гумуса, очищению почвы от спор заболеваний и прочих вредителей.

В ходе исследования были использованы различные ранние сорта люпина узколистного. В частности, результативно растущие в данных областях сорта: Деко 2, Аккорд, Фламинго, Олигарх и Федоровский. Экспериментальные работы проводили на исследовательской базе Агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАУ стандартными методиками [10, с. 49; 11, с. 101].

Система обработки почвы соответствует предъявляемым культурой требованиям. Учетная площадь делянки – 4,5 м<sup>2</sup>. Норма высева – 1,3 млн всх. сем. / га. Посев семян проводили во второй декаде мая, уборку зеленой массы вели в период максимального накопления питательных веществ (конец второй декады июля). Контролем выступил сорт гороха посевного Указ.

Нижепредставленная таблица демонстрирует объемы зеленой массы использованных культур в ходе исследования по таким параметрам, как природная влажность и сухой объем.

Полученные объемы зеленой массы по параметру природного уровня влажности у рассматриваемых сортов культур являются намного выше, чем предоставляют контрольные значения – 433,2 ц/га. Практически аналогичные данные отмечены у сорта Деко 2 (около 434,1 ц/га). По сравнению со всеми сортами, самым урожайным стал сорт Фламинго, который дал около 763,8 ц/га, что превышает объемы контрольного образца приблизительно на 80 %.

Исследуемый сухой объем показал несколько иные результаты. Так, Деко 2 продемонстрировал около 88 ц/га,

Урожайность зеленой массы узколистного люпина, ц/га  
(в среднем за 2022–2023 годы)

Green mass yield of narrow-leaved lupine, c/ha  
(average for 2022–2023)

Сорт	Значение	Урожайность, ц/га	Отклонение от контроля, ц/га
Указ	Натуральная влажность	433,2	0,0
	Абсолютно сухой вес	135,7	0,0
Деко 2	Натуральная влажность	434,1	+0,9
	Абсолютно сухой вес	87,4*	-48,3
Аккорд	Натуральная влажность	707,9*	+274,8
	Абсолютно сухой вес	163,9*	+28,2
Фламинго	Натуральная влажность	763,8*	+330,7
	Абсолютно сухой вес	176,2*	+40,6
Олигарх	Натуральная влажность	513,7*	+80,6
	Абсолютно сухой вес	128,4	-7,3
Федоровский	Натуральная влажность	703,4*	+270,3
	Абсолютно сухой вес	139,3	+3,6
НСР05	Натуральная влажность	40,1	
	Абсолютно сухой вес	10,7	

Примечание. \* уровень достоверности – 0,95 (95,0 %).  
Note. \* significance level – 0.95 (95.0 %).

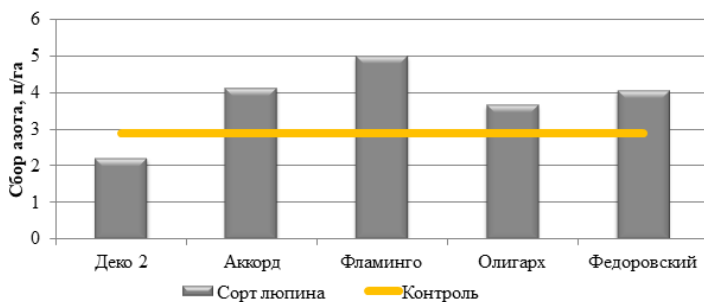


Рисунок 1. Сбор азота с урожаем зеленой массы абсолютно сухого веса узколистного люпина, ц/га (в среднем за 2022–2023 годы).  
Figure 1. Nitrogen collection with yield of absolutely dry green mass of narrow-leaved lupin, c/ha (average for 2022–2023).

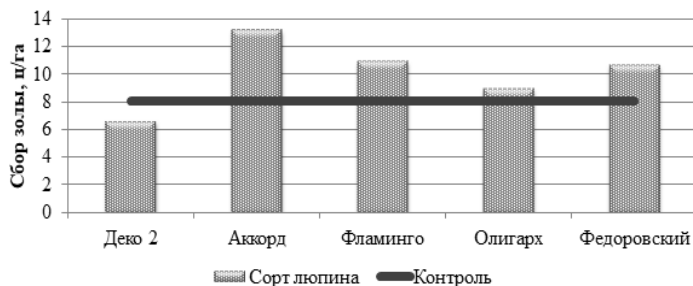


Рисунок 2. Сбор золы с урожаем зеленой массы абсолютно сухого веса узколистного люпина, ц/га (в среднем за 2022–2023 годы).  
Figure 2. Ash collection with yield of absolutely dry green mass of narrow-leaved lupin, c/ha (average for 2022–2023).

а контрольный образец – около 135 ц/га. Самые продуктивные результаты получены от таких сортов, как Фламинго и Аккорд – соответственно 177 и 164 ц/га.

На рис. 1 и 2 приведены качественные показатели зеленой массы, характеризующие ее пригодность для регенерации почвы.

Сбор азота определяется его содержанием в зеленой массе и урожайностью. Чем выше этот показатель, тем больше элемента будет доставлено в почву при запашке сидератов. У гороха полевого сорта Указ сбор азота в среднем за 2022–2023 гг. достигал 2,88 ц/га. Из рассматриваемых сортов люпина только у Деко 2 этот показатель оказался ниже (2,18 ц/га) значений контроля, хотя содержание азота в зеленой массе находится на его уровне. Малый сбор азота у этого сорта связан с невысокой урожайностью его зеленой массы и ее высокой влажностью.

Остальные рассматриваемые сорта превзошли по сбору азота контрольный вариант. Все они содержали в абсолютно сухой пробе зеленой массы на 13–43 % больше азота, а сорта Аккорд, Фламинго и Федоровский отличались большим уровнем ее урожайности. Максимальный сбор азота отмечен у сорта Фламинго – 4,98 ц/га, что на 73 % больше контроля.

Все описываемые в опыте сорта узколистного люпина содержат в зеленой массе больше зольных элементов, чем горох полевой. Низкий уровень сбора золы у сорта Деко 2 связан с уровнем его урожайности. У остальных сортов сбор золы на 11–64 % больше, чем у контрольного варианта. Максимальный уровень отмечен у сорта Аккорд и составляет 13,23 ц/га.

## Заключение

В агроклиматических условиях северо-востока Нечерноземной зоны в среднем за 2022–2023 гг. по урожайности зеленой массы натуральной влажности достоверно превзошли контроль сорта Аккорд, Фламинго, Олигарх и Федоровский (на 28–76 %); по урожайности зеленой массы абсолютно сухого веса – сорта Аккорд и Фламинго (на 28 и 40 % соответственно). Сорта Аккорд, Фламинго, Олигарх и Федоровский отличались большим сбором азота и золы с урожайностью зеленой массы абсолютно сухой пробы. Лидером по сбору азота стал сорт Фламинго (4,98 ц/га, или на 72 % больше контроля), а по сбору золы – сорт Аккорд (13,23 ц/га, или на 64 % больше контроля). Таким образом, проведенное исследование продемонстрировало, что все рассмотренные нами сельскохозяйственные культуры и их сорта обладают значительным потенциалом и идеальными возможностями, которые важно реализовывать в отечественном сельском хозяйстве с целью восстановления качества почвы. Кроме того, результаты экспериментов позволили понять, что необходимо и далее вести активную исследовательскую работу в этой сфере, так как при помощи различных сидератов можно в краткие сроки улучшить состав почвы, повысить объемы гумуса, обогатить почву полезными веществами и т. д. Особо хотим отметить высокоэффективные сорта Аккорд, Фламинго, Олигарх и Федоровский, которые в условиях Кировской области характеризуются высоким адаптационным потенциалом по отношению к формированию зеленой массы и ее качества. Их можно рекомендовать для использования в качестве сидератов при проведении восстановления (регенерации) почв сельскохозяйственного назначения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

- Kong, X. Influence of land use change on soil nutrients in an intensive agricultural region of North China / X. Kong, F. Zhang, Q. Wei, Ya. Xu, Ji. Hui // *Soil and Tillage Research*. – 2006. – Vol. 88. – № 1–2. – P. 85–94.
- Хамова, О. Ф. Влияние ресурсосберегающих технологий обработки почвы и применения средств интенсификации на микрофлору лугово-черноземной почвы / О. Ф. Хамова, Л. В. Юшкевич, Е. В. Падерина // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. – 2011. – № 3 (3). – С. 26–32.
- Tsiafouli, M. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe / M. Tsiafouli, É. Thébaud, S. Sgardelis, P. C. Ruiter, W. H. Putten [et al.] // *Global Change Biology*. – 2015. – Vol. 21. – № 2. – P. 973–985.
- Mishchenko, Yu. Microbiological activity of soil under the influence of post-harvest siderates / Yu. Mishchenko, I. Kovalenko, A. Butenko, Yu. Danko, V. Trotsenko [et al.] // *Journal of Ecological Engineering*. – 2022. – Vol. 23. – № 4. – P. 122–127.



5. Vakhnyi, S. The efficiency increase of the nutrition element uptake by various potato cultivars grown in one-crop system and in crop rotation / S. Vakhnyi, V. Khakhula, Y. Fedoruk [et al.] // *EurAsian Journal of BioSciences*. – 2018. – Vol. 12, № 1. – P. 1–7.
6. Egamberdiev, Sh. K. Effect of siderates on soil agrochemical properties / Sh. K. Egamberdiev, H. H. Salimova, I. N. Bobobekov, Sh. Sh. Nafetdinov, M. M. Sattorova // *Science and Innovation*. – 2022. – Vol. 1. – № 3. – P. 122–128.
7. Batirov, K. F. Ecological role of different siderate crops in improving soil properties / K. F. Batirov, S. M. Turdimetov, R. B. Nurillaeva // *American Journal of Agriculture and Horticulture Innovations*. – 2023. – Vol. 3. – № 01. – P. 1–6.
8. Stagnari, F. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview / F. Stagnari, A. Maggio, A. Galieni, M. Pisante // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. – 2017. – Vol. 4. – P. 1–13.
9. Meena, R. S. Legumes and sustainable use of soils / R. S. Meena, R. Lal // *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. – 2018. – P. 1–31.
10. Храмова, В. Н. Обзор антинутриентов бобовых культур / В. Н. Храмова, Д. И. Сурков, К. А. Лубчинский // *Инновационные подходы к развитию устойчивых аграрно-пищевых систем*. – 2022. – С. 367–370.
11. Хлопов, А. А. Люпин узколистый как альтернативный источник белка в питании жителей Волго-Вятского региона / А. А. Хлопов, Е. С. Лыбенко, Т. А. Леконцева // *Вестник Вятского ГАУ*. – 2022. – № 3 (13). – С. 2–12.
12. Емелев, С. А. Люпин узколистый как сидеральная и кормовая культура в условиях Кировской области / С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко // *Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Киров, 01 декабря 2022 года*. – Киров : Вятский государственный университет, 2022. – С. 341–346.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – Москва, 1989. – 197 с.
14. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. rina // *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*. – 2011. – № 3 (3). – P. 26–32.
3. Tsiafouli, M. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe / M. Tsiafouli, É. Thébaud, S. Sgardelis, P. C. Ruiter, W. H. Putten [et al.] // *Global Change Biology*. – 2015. – Vol. 21. – № 2. – P. 973–985.
4. Mishchenko, Yu. Microbiological activity of soil under the influence of post-harvest siderates / Yu. Mishchenko, I. Kovalenko, A. Butenko, Yu. Danko, V. Trotsenko [et al.] // *Journal of Ecological Engineering*. – 2022. – Vol. 23. – № 4. – P. 122–127.
5. Vakhnyi, S. The efficiency increase of the nutrition element uptake by various potato cultivars grown in one-crop system and in crop rotation / S. Vakhnyi, V. Khakhula, Y. Fedoruk [et al.] // *EurAsian Journal of BioSciences*. – 2018. – Vol. 12, № 1. – P. 1–7.
6. Egamberdiev, Sh. K. Effect of siderates on soil agrochemical properties / Sh. K. Egamberdiev, H. H. Salimova, I. N. Bobobekov, Sh. Sh. Nafetdinov, M. M. Sattorova // *Science and Innovation*. – 2022. – Vol. 1. – № 3. – P. 122–128.
7. Batirov, K. F. Ecological role of different siderate crops in improving soil properties / K. F. Batirov, S. M. Turdimetov, R. B. Nurillaeva // *American Journal of Agriculture and Horticulture Innovations*. – 2023. – Vol. 3. – № 01. – P. 1–6.
8. Stagnari, F. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview / F. Stagnari, A. Maggio, A. Galieni, M. Pisante // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. – 2017. – Vol. 4. – P. 1–13.
9. Meena, R. S. Legumes and sustainable use of soils / R. S. Meena, R. Lal // *Legumes for Soil Health and Sustainable Management*. – 2018. – P. 1–31.
10. Khranova, V. N. Obzor antinutrientov bobovykh kul'tur [Overview of the antinutrients of legumes] / V. N. Khranova, D. I. Surkov, K. A. Lubchinskij // *Innovacionnye podkhody k razvitiyu ustojchivyx agrarno-pishchevykh system [Innovative Approaches to the Development of Sustainable Agricultural and Food Systems]* : Materials of the Int. Sci-Practical Conf., Volgograd, June 10, 2022. – Volgograd: OOO "SFERA", 2022. – P. 367–370.
11. Khlopov, A. A. Lyupin uzkolistnyj kak al'ternativnyj istochnik belka v pitanii zhitelej Volgo-Vyatskogo regiona [Narrow-leaved lupin as an alternative source of protein in the diet of residents of the Volga-Vyatka Region] / A. A. Khlopov, E. S. Lybenko, T. A. Lekonцева // *Bulletin of the Vyatka SATU*. – 2022. – № 3 (13). – P. 2–12.
12. Emelev, S. A. Lyupin uzkolistnyj kak sideral'naya i kormovaya kul'tura v usloviyakh Kirovskoj oblasti [Narrow-leaved lupine as a sideral and forage crop in the conditions of the Kirov Region] / S. A. Emelev, E. S. Lybenko // *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnykh i prirodno-tekhnogennykh sistem [Biodeagnostics of the State of Natural and Man-Made Systems]* : Materials XX All-Russ. Sci.-Practical Conf. with Int. Pat., Kirov, December 1, 2022. – Kirov : Vyatka State University, 2022. – P. 341–346.
13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyajstvennykh kul'tur. Vyp. 2. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury [The methodol-

## References

1. Kong, X. Influence of land use change on soil nutrients in an intensive agricultural region of North China / X. Kong, F. Zhang, Q. Wei, Ya. Xu, Ji. Hui // *Soil and Tillage Research*. – 2006. – Vol. 88. – № 1–2. – P. 85–94.
2. Khamova, O. F. Vliyanie resursoberegayushchikh tekhnologij obrabotki pochvy i primeneniya sredstv intensifikacii na mikrofluoru lugovo-chernozemnoj pochvy [The influence of resource-saving tillage technologies and intensification agents on the microflora of meadow-chernozem soil] / O. F. Khamova, L. V. Yushkevich, E. V. Pade-

ogy of the state variety testing of agricultural crops. Iss. 2. Grain, cereal, legumes, maize and fodder crops] / Prep. M. A. Fedin [et al.]. – Moscow, 1989. – 194 p. : ill.

14. Dospel'khov, B. A. Metodika polevogo opyta : s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanij [Field

experience methodology : with the basics of statistical processing of research results] / B. A. Dospel'khov. 5th ed., added and revised. – Moscow : Agropromizdat, 1985. – 351 p.

#### **Благодарность (госзадание):**

Исследование выполнено согласно тематическому плану-заданию Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, регистрационный номер ЕГИСУ НИОКТР 124020800016-8.

#### **Acknowledgements (state task)**

The research was carried out according to the thematic task plan of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, registration number ЕГИСУ НИОКТР 124020800016-8.

#### **Информация об авторах:**

**Емелев Сергей Александрович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии растений, селекции и семеноводства, микробиологии Вятского государственного университета; Scopus Author ID 57219355429, <https://orcid.org/0000-0003-4178-051X>, ID РИНЦ: 501578 (610017, Российская Федерация, г. Киров, Октябрьский пр-кт, д. 133; e-mail: [emeleffsergej@yandex.ru](mailto:emeleffsergej@yandex.ru)).

**Лыбенко Елена Сергеевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства Вятского государственного университета; <https://orcid.org/0000-0001-8853-1903>, ID РИНЦ: 525456 (610017, Российская Федерация, г. Киров, Октябрьский пр-кт, д. 133; e-mail: [elenalybenko@rambler.ru](mailto:elenalybenko@rambler.ru)).

#### **About the authors:**

**Sergey A. Emelev** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of the Department of Plant Biology, Breeding and Seed Production, Microbiology at the Vyatka State Agrotechnological University; Scopus Author ID 57219355429, <https://orcid.org/0000-0003-4178-051X>, ID RSCI: 501578 (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vyatka State Agrotechnological University", 133 Oktyabrsky Prospect, Russian Federation, Kirov, 610017; e-mail: [emeleffsergej@yandex.ru](mailto:emeleffsergej@yandex.ru)).

**Elena S. Lybenko** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of the Department of General Agriculture and Crop Production at the Vyatka State Agrotechnological University; <https://orcid.org/0000-0001-8853-1903>, ID RSCI: 525456 (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vyatka State Agrotechnological University", 133 Oktyabrsky Prospect, Russian Federation, Kirov, 610017; e-mail: [elenalybenko@rambler.ru](mailto:elenalybenko@rambler.ru)).

#### **Для цитирования:**

Емелев, С. А. Оценка сортов люпина узколистного для целей регенеративного (восстановительного) земледелия / С. А. Емелев, Е. С. Лыбенко // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 38–42.

#### **For citation:**

Emelev, S. A. Ocenka sortov lyupina uzkolistnogo dlya celej regenerativnogo (vosstanovitel'nogo) zemledeliya [Evaluation of narrow-leaved lupine varieties for the purposes of regenerative (restorative) agriculture] / S. A. Emelev, E. S. Lybenko // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 38–42.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Особенности роста и развития растений отечественных гибридов сахарной свеклы в период гербицидного стресса

Е. В. Жеряков

Пензенский государственный аграрный университет,  
г. Пенза

zheryakov.e.v@pgau.ru

### Аннотация

В статье представлены результаты исследований устойчивости растений сахарной свеклы различных гибридов к негативному воздействию гербицидов. На начальных этапах своего роста наиболее устойчивыми к негативному воздействию гербицидов были растения сахарной свеклы гибридов F<sub>1</sub> Скала, F<sub>1</sub> Прилив и F<sub>1</sub> Буря. После второй обработки на вариантах с применением гербицидов наблюдалось торможение роста с нарастанием дефицита массы. Наиболее устойчивым к негативному воздействию гербицидов был гибрид F<sub>1</sub> Скала. У гибридов F<sub>1</sub> Прилив и F<sub>1</sub> Горизонт влияние химического стресс-фактора оценивалось наиболее токсичным. Фитотоксичность комбинации гербицидов для сахарной свеклы заметно снижалась (до 12–13 %) по сравнению с более ранними гербицидными обработками. После проведения трех гербицидных обработок высокая устойчивость к негативному воздействию гербицидов отмечена у гибрида F<sub>1</sub> Скала.

### Ключевые слова:

сахарная свекла, гербициды, гибриды, фитотоксичность

Сахарная промышленность важна для экономики России, поскольку сахарный песок не только выступает в роли готового продукта, но также является важным сырьем для других товаров. Основным источником производства сахара в России – сахарная свекла, доля которой превышает 90 % с 2012 г. Культивирование свеклы проводится в 30 регионах страны. Россия занимает одно из лидирующих мест в мировом производстве сахарной свеклы, уступая лишь Китаю. Наша страна удерживает первое место в мире по выращиванию сахарной свеклы и производству свекловичного сахара с 2016 г. За последние пять лет объем производства свеклы увеличился на 14 %, достигнув годовой отметки в 51,3 млн т. Отрасль производства сахарной свеклы в России оставалась стабильной до конца 2022 г. С 2010 г. площадь посевов сахарной свеклы в Российской Федерации зафиксирована на уровне от 1027,2 до 1159,3 тыс. га, причем в последние годы отмечается небольшое снижение площади посева культуры [1, с. 101]. Анализ показал, что средняя урожайность сахарной свеклы постоянно растет, и за последние 10 лет в Пензенской области она составила 378,4

## Growth and development features of sugar beet domestic hybrids during the herbicide stress period

E. V. Zheryakov

Penza State Agrarian University,  
Penza

zheryakov.e.v@pgau.ru

### Abstract

The article presents the study results on the resistance of different sugar beet hybrids to the negative impact of herbicides. At the initial growth stages, sugar beet plants of the hybrids F<sub>1</sub> Skala, F<sub>1</sub> Priliv (Tide), and F<sub>1</sub> Burya (Storm) were highly resistant to the negative impact of herbicides. After the second treatment of fields with sugar beet plants with herbicides, we observed growth inhibition signs with the increasing weight deficit. The hybrid F<sub>1</sub> Skala was best resistant to the negative impact of herbicides. The hybrids F<sub>1</sub> Priliv and F<sub>1</sub> Horizont were least resistant to the toxic effect of chemical stress. The phytotoxicity of the herbicide combination for sugar beet markedly reduced (to 12–13 %) in contrast to the previous herbicide treatments. After three herbicide treatments, the F<sub>1</sub> hybrid Skala showed best resistance to the negative impact of herbicides.

### Keywords:

sugar beet, herbicides, hybrids, phytotoxicity

ц/га (в Российской Федерации – 423,5 ц/га), а за последние 5 лет – 391,5 ц/га (в Российской Федерации – 426,3 ц/га). Свекловодство по-прежнему остается одной из наиболее наукоемких, технологически и организационно сложных отраслей. Несмотря на достигнутые успехи отечественного свеклосахарного комплекса, производители сельскохозяйственного сырья имеют сложности с семенным материалом. Доля семян зарубежной селекции в российском агропромышленном комплексе (далее – АПК) к 2020 г. по сахарной свекле достигла 98 %. Снижение зависимости от гибридов сахарной свеклы иностранной селекции за счет разработки и продвижения гибридов сахарной свеклы отечественной селекции с комплексным технологическим оснащением процесса семеноводства сахарной свеклы является важным направлением, которое необходимо развивать для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации [2, с. 3; 3, 4]. Поэтому одна из важнейших задач семеноводства заключается в правильном размещении сортов (гибридов) по природно-экологическим зонам нашей страны, с учетом наилучшей приспособ-

бленности каждого сорта (гибрида) к местным условиям. Основным принципом для определения приспособленности сорта (гибрида) к данным условиям может быть нормальный рост и его развитие, обеспечивающие получение высоких и устойчивых урожаев по годам [5, 6]. Баковую смесь гербицидов составляли с учетом количества сорняков, их фазы развития, а также видового состава.

В период химической борьбы с сорняками сахарная свекла испытывает стресс от воздействия гербицидов, особенно в ранние фазы развития. В зависимости от возраста растений под действием гербицидов отстает нарастание массы сахарной свеклы, нарушаются физиолого-биохимические процессы формирования листового аппарата и корнеплода.

Устойчивость растений к повреждающему действию пестицидов зависит от анатомо-морфологических и физиологических особенностей вида, условий произрастания, типа почвы [7]. Нарастание массы корнеплода – от функциональной активности листьев и сформированности листового аппарата. Поэтому адаптация растений сахарной свеклы к воздействию гербицидов посредством активации роста листового аппарата (количество, масса и площадь листьев) может протекать в диспропорции с нарастанием корнеплода [8].

Полевой опыт был заложен на полях ООО «Красная горка» Колышлейского района Пензенской области. Для решения поставленных задач проведены полевые опыты. Опыт 1 – двухфакторный был заложен методом рендомизации по схеме: фактор А – гибрид: 1 – F<sub>1</sub> РМС 121; 2 – F<sub>1</sub> Скала; 3 – F<sub>1</sub> Буря; 4 – F<sub>1</sub> Вулкан; 5 – F<sub>1</sub> Волна; 6 – F<sub>1</sub> Цунами; 7 – F<sub>1</sub> Прилив; 8 – F<sub>1</sub> Горизонт; фактор В – фон: 1 – ручная обработка (контроль); 2 – обработка гербицидами. Агротехника в опыте – принятая в хозяйстве. Сахарную свеклу возделывали в паровом звене зернопаропропашного севооборота. Предшественник – озимая пшеница. Норма высева – 120 тыс. шт./га. Баковую смесь составляли с учетом количества сорняков, их фазы развития, а также видового состава.

В современной системе выращивания сахарной свеклы по интенсивной технологии важное место занимает защита посевов от сорняков с помощью гербицидов. За последние годы наметилась тенденция увеличения засоренности посевов всех культур, в том числе и сахарной свеклы, явившаяся следствием введения в севооборот залежных земель, нарушения агротехники возделывания, в первую очередь, несоблюдения севооборотов и системы обработки почвы. Произошло значительное увеличение численности многолетних и трудноистребимых однолетних сорных растений [9]. Исследования проводили на фоне слабой и средней засоренности посевов сахарной свеклы с преобладанием малолетних двудольных сорняков (84,8–110,7 шт./м<sup>2</sup>). В севообороте, где регулярно проводили гербицидную обработку посевов сельскохозяйственных культур, группа малолетних двудольных сорняков в посеве сахарной свеклы не отличалась большим разнообразием видов и была представлена в основном ширицей запрокинутой. Среди многолетних двудольных сорняков были отмечены осоты и вьюнок полевой.

После первой гербицидной обработки среди изучаемых отечественных гибридов наибольшей массой растений в начальный период характеризовался гибрид F<sub>1</sub> Скала: через шесть суток на варианте с ручной прополкой масса одного растения составила 1,31 г, что на 38 % больше, чем у гибрида F<sub>1</sub> РМС 121. Масса растения гибридов F<sub>1</sub> Волна, F<sub>1</sub> Горизонт также была больше, чем у гибрида F<sub>1</sub> РМС 121, на 0,14 г, F<sub>1</sub> Прилив – на 0,13, F<sub>1</sub> Буря – на 0,12г, F<sub>1</sub> Цунами – на 0,11, а у гибрида F<sub>1</sub> Вулкан – на 0,09 г. Среднесуточная абсолютная скорость роста растений в фазу полных всходов за первый учетный период у гибрида F<sub>1</sub> РМС 121 (стандарт) была на уровне 120–130 г. Изучаемые гибриды отечественной селекции по скорости роста растений можно разделить на три группы: первая – гибриды F<sub>1</sub> Вулкан, F<sub>1</sub> Цунами и F<sub>1</sub> Буря с абсолютной среднесуточной скоростью роста 140–150 г, вторая – F<sub>1</sub> Волна, F<sub>1</sub> Прилив и F<sub>1</sub> Горизонт, увеличение массы – 150–155 г в сутки, третья – гибрид F<sub>1</sub> Скала, растения которого прибавляли в массе более 180 г в сутки, что на 46,9 % больше скорости роста растений гибрида F<sub>1</sub> РМС 121 (таблица).

**Биометрические показатели растений сахарной свеклы через шесть суток после первой гербицидной обработки, (средняя масса одного растения до обработки – 0,18 г)**

**Biometric indexes of sugar beet plants in 6 days after the first herbicide treatment (average weight of one plant before treatment 0.18 g)**

Гибрид F <sub>1</sub>	Земли старопашотные			
	Масса одного растения		Среднесуточная скорость роста	
	г	%	г/сут./раст.	%
РМС 121 (стандарт)	0,95	100,00	0,128	100,00
	0,77	100,00	0,099	100,00
Вулкан	1,04	109,47	0,143	111,72
	0,87	112,98	0,115	116,16
Цунами	1,06	111,58	0,146	114,06
	0,89	115,58	0,118	119,19
Буря	1,07	112,63	0,148	115,62
	0,89	115,58	0,119	120,20
Скала	1,31	137,89	0,188	146,87
	1,09	141,56	0,152	153,53
Волна	1,09	114,74	0,151	117,97
	0,91	118,18	0,122	123,23
Прилив	1,08	113,68	0,150	117,19
	0,83	107,79	0,109	110,10
Горизонт	1,09	114,74	0,152	118,75
	0,85	110,39	0,111	112,12

Примечание. В числителе – контроль (ручная прополка); в знаменателе – при обработке гербицидами.

Note. The nominator means control values (hand weeding); denominator – experimental values (after treatment with herbicides).

Установлено, что гербицид, примененный для защиты сахарной свеклы в первую химическую обработку, оказывал достоверное ингибирующее влияние на нарастание биомассы. Средняя масса одного растения через шесть суток после обработки гербицидом составляла 0,88 г. Анализ биометрических данных растений показал, что

воздействие стресс-фактора, которым в данном случае являлся гербицид, на растения всех гибридов оказалось негативным, что выражалось в снижении скорости роста и, как следствие, темпов нарастания массы. На начальных этапах своего роста наиболее устойчивыми к негативному воздействию гербицидов были растения сахарной свеклы гибридов F<sub>1</sub> Скала, F<sub>1</sub> Прилив и F<sub>1</sub> Буря, которые быстрее возобновляли активный рост после обработки гербицидом: снижение темпов прироста массы составило 0,028–0,029 г.

После второй гербицидной обработки на контрольном варианте (без применения пестицидов) наибольшая масса 100 растений сахарной свеклы была получена при выращивании гибрида отечественной селекции F<sub>1</sub> Скала и составила 1,166 кг. Гибрид F<sub>1</sub> РМС 121, используемый в данном опыте в качестве стандарта, отставал от изучаемых гибридов по накоплению массы на 32–111 г. Масса 100 растений гибридов F<sub>1</sub> Вулкан и F<sub>1</sub> Цунами была больше массы стандартного гибрида на 3,4–3,6 % соответственно, но меньше, чем у гибрида F<sub>1</sub> Скала на 62–65 г. Среднесуточная скорость роста растений гибрида F<sub>1</sub> Буря – 1,5 г в сутки – обеспечивала более интенсивное накопление массы, чем у стандартного гибрида F<sub>1</sub> РМС 121. У гибридов F<sub>1</sub> Прилив, F<sub>1</sub> Волна и F<sub>1</sub> Горизонт масса 100 растений составляла 1,115–1,118 кг, что на 4,7–5,0 % больше массы гибрида F<sub>1</sub> РМС 121, но по интенсивности накопления массы уступали гибриду F<sub>1</sub> Скала на 48–51 г.

На вариантах с гербицидной обработкой наблюдалось торможение роста с нарастанием дефицита массы, по сравнению с ручной прополкой, с последующей адаптацией и активизацией ростовых процессов, способствующих восстановлению физиологических функций растительного организма. У стандартного гибрида F<sub>1</sub> РМС 121 масса 100 растений составила 0,865 кг. Наиболее устойчивым к негативному воздействию гербицидов были гибриды F<sub>1</sub> Скала, масса 100 растений которого составила 961 г. Стандартный гибрид F<sub>1</sub> РМС 121 значительно отставал в росте при гербицидной обработке: среднесуточная скорость составила 1,230 г. Вес одного растения гибрида F<sub>1</sub> Буря был на 4,82–5,53 % больше растений гибрида F<sub>1</sub> РМС 121.

Масса 100 растений сахарной свеклы после проведения трех гербицидных обработок составляла 3,5–4,5 кг. Без применения химических обработок наибольшая масса одного растения была отмечена у гибрида F<sub>1</sub> Скала и составляла 45,59 г, что на 11,57 % больше, чем у стандартного гибрида F<sub>1</sub> РМС 121. У остальных изучаемых гибридов интенсивность накопления была несколько ниже, чем у гибрида F<sub>1</sub> Скала, и через шесть суток после проведения обработки масса одного растения составила 44,1–44,5 г. После проведения трех гербицидных обработок различия между массой интактных и подверженных негативному воздействию химических стресс-факторов растений сахарной свеклы были существенными, а способность растений противостоять угнетающему действию гербицидов отличалась в зависимости от гибридов. Растения сахарной свеклы, находясь в стрессовом состоянии, приостанавливают свой рост, что и отражается на интенсивности накопления массы. Отставание в накоплении массы у стан-

дартного гибрида F<sub>1</sub> РМС 121 составило 13,15 % по сравнению с ручной прополкой. Высокая устойчивость к негативному воздействию гербицидов отмечена у гибрида F<sub>1</sub> Скала. Менее устойчивыми были гибриды F<sub>1</sub> Вулкан, F<sub>1</sub> Цунами, F<sub>1</sub> Горизонт и F<sub>1</sub> Прилив – их способность к возобновлению активного роста после гербицидного стресса оценивалась на уровне 87,1–87,3 %.

Таким образом установлено, что фитотоксичность гербицидов для растений изучаемых гибридов проявлялась в разной степени. Наибольшая масса одного растения и продолжительность депрессии растений была короче у гибридов F<sub>1</sub> Скала и F<sub>1</sub> Волна. Учет урожайности корнеплодов показал, что преимущество по сбору корнеплодов за гибридом F<sub>1</sub> Скала, обеспечившим приrost урожайности на 11,55–12,16 т/га, или 23,7–24,0 % к средней (51,27 т/га). На втором месте по урожайности корнеплодов гибриды F<sub>1</sub> Волна и F<sub>1</sub> Горизонт, получено дополнительно (относительно средней) от 4,41 до 6,26 т/га продукции, или 8,6–12,2 %. Наименьшей урожайностью в сложившихся гидротермических условиях вегетации отличался гибрид F<sub>1</sub> РМС 121, урожайность которого составила 44,86 т/га.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Константинов, С. А. Ситуация на рынке сахара государств-членов Евразийского экономического союза / С. А. Константинов, И. А. Терещенкова // Проблемы экономики. – 2014. – № 2 (19). – С. 98–105.
2. Логвинов, А. В. Научные основы создания толерантных к церкоспорозу и гербицидам линии и гибридов сахарной свеклы: фенотипическое проявление, генотипические особенности и практическое использование: дис. ... д. с.-х. н. / А. В. Логвинов. – Гулькевичи, 2002. – 291 с.
3. Семина, С. А. Особенности роста растений сахарной свеклы при использовании различных полифункциональных регуляторов роста растений / С. А. Семина, Е. В. Жеряков, Ю. И. Жерякова // Нива Поволжья. – 2022. – № 2 (62). – С. 1008.
4. Продуктивность гибридов сахарной свеклы Российской селекции при внесении удобрений в 2022 году / О. А. Минакова, Л. В. Александрова, Т. Н. Подвигина [и др.] // Сахарная свекла. – 2023. – № 1. – С. 16–20.
5. Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы» (с изменениями и дополнениями).
6. Милишкевичус, И. С. Сравнительная продуктивность сортов озимого тритикале в условиях южной части Беларуси / И. С. Милишкевичус, А. А. Пугач // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры растениеводства, Горки,

30–31 января 2019 года. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 182–184.

7. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса / М. М. Наумов, Т. В. Зими́на, Е. И. Хрюкина [и др.] // *Агрохимия*. – 2019. – № 5. – С. 21–28.
8. Дворянкин, Е. А. Потери урожая от фитотоксичности гербицидов: методика исследования токсичности гербицидов / Е. А. Дворянкин // *Сахар*. – 2018. – № 7. – С. 25–29.
9. Жеряков, Е. В. Засоренность посевов сахарной свеклы и ее влияние на урожайность корнеплодов / Е. В. Жеряков, С. Ю. Дмитриева, В. А. Близов // *Научная жизнь*. – 2019. – № 1. – С. 15–23.

## References

1. Konstantinov, S. A. Situaciya na rynke sahara gosudarstv-chlenov Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza [Sugar market situation of member states of the Eurasian Economic Union] / S. A. Konstantinov, I. A. Tereshchenkova // *Collection of Scientific Papers "Problemy ekonomiki" ["Issues of Economics"]*. – 2014. – № 2 (19). – P. 98–105.
2. Logvinov, A. V. Nauchnye osnovy sozdaniya tolerantnyh k cercosporozu i gerbici-dam linii i gibridov saharnoj svekly: fenotipicheskoe proyavlenie, genotipicheskie oso-bennosti i prakticheskoe ispolzovanie [Scientific basis for the creation of lines and hybrids of sugar beet tolerant to cercosporosis and herbicides: phenotypic manifestation, genotypic characteristics and practical use]: Doctor's thesis (Agriculture) / Logvinov A. V. – Gulkevichi, 2002. – 291 p.
3. Semina, S. A. Osobennosti rosta rastenij saharnoj svekly pri ispolzovanii razlichnyh polifunkcionalnyh regulyatorov rosta rastenij [Growth characteristics of sugar beet plants when applying different polyfunctional plant growth regulators] / S. A. Semina, E. V. Zheryakov, Yu. I. Zheryakova // *Niva Povolzhya [Volga Region Farmland]*. – 2022. – № 2 (62). – P. 1008.

4. Minakova, O. A. Produktivnost gibridov saharnoj svekly Rossijskoj selekcii pri vnesenii udobrenij v 2022 godu [Productivity of domestic sugar beet hybrids when applying fertilizers in 2022] / O. A. Minakova, L. V. Aleksandrova, T. N. Podvigina, V. M. Vilkov // *Saharnaya svekla [Sugar Beet]*. – 2023. – № 1. – P. 16–20.
5. Decree of the Government of the Russian Federation dated August 25, 2017 № 996 "On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2030" (with amendments and additions) // ILS Consultant Plus [Electronic resource]. – URL: <http://www.consultant.ru> (date of access: 03.06.2024).
6. Milishkevichyus, I. S. Sravnitel'naya produktivnost sortov ozimogo tritikale v usloviyah yuzhnoj chasti Belarusi [Comparative productivity of winter triticale varieties in the conditions of the southern part of Belarus] / I. S. Milishkevichyus, A. A. Pugach // *Tekhnologicheskie aspekty vozdeleyvaniya selskohozyajstvennyh kultur [Technological cultivation aspects of agricultural plants]: Collection of Papers to XIII Int. Sci-Practical Conf. dedicated to the 100th anniversary of the Department of Horticulture, Gorki, January 30–31, 2019*. – Gorki : Belarusian State Agricultural Academy, 2019. – P. 182–184.
7. Naumov, M. M. Rol polifunkcionalnyh regulyatorov rosta rastenij v preodolenii gerbicidnogo stressa [The role of multifunctional plant growth regulators against the herbicide stress] / M. M. Naumov, T. V. Zimina, E. I. Khryukina, T. A. Ryabchinskaya // *Agrohimiya [Agrochemistry]*. – 2019. – № 5. – P. 21–28.
8. Dvoryankin, E. A. Poteri urozhaya ot fitotoksichnosti gerbicidov. Metodika issledovaniya toksichnosti gerbicidov [Yield losses due to the herbicide phytotoxicity. Investigation methods of herbicide phytotoxicity] / E. A. Dvoryankin // *Sahar [Sugar]*. – 2018. – № 7. – P. 25–29.
9. Zheryakov, E. V. Zasorennost posevov saharnoj svekly i ee vliyaniye na urozhajnost korneplodov [Weed infestation of sugar beet crops and its impact on the yield] / E. V. Zheryakov, S. Yu. Dmitrieva, V. A. Bliznov // *Nauchnaya zhizn [Scientific Life]*. – 2019. – № 1. – P. 15–23.

## Информация об авторе:

**Жеряков Евгений Викторович** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Растениеводство и лесное хозяйство» Пензенского государственного аграрного университета; Scopus Author ID: 57363112300; WOS Research ID ABH-6643-2020; ID РИНЦ 321563; ORCID 0000-0003-1288-6323 (440014, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30, ауд. 124; e-mail: zheryakov.e.v@pgau.ru).

## About the author:

**Evgeniy V. Zheryakov** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor at the Plant Growing and Forestry Department, Penza State Agrarian University; Scopus Author ID: 57363112300; WOS Research ID ABH-6643-2020; ID RSCI 321563; ORCID 0000-0003-1288-6323 (Room 1248, 30 Botanicheskaya Street, Penza, 440014 Russian Federation; e-mail: zheryakov.e.v@pgau.ru).

**Для цитирования:**

Жеряков, Е. В. Особенности роста и развития растений отечественных гибридов сахарной свеклы в период гербицидного стресса / Е. В. Жеряков // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 43–47.

**For citation:**

Zheryakov, E. V. Osobennosti rosta i razvitiya rastenij otechestvennyh gibridov saharnoj svekly v period gerbicidnogo stressa [Growth and development features of sugar beet domestic hybrids during the herbicide stress period] / E. V. Zheryakov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 43–47.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 30.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 30.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Влияние предпосевной обработки переменными магнитными полями и повышенных доз органических удобрений на урожай картофеля

В. Г. Зайнуллин\*, А. М. Турлакова\*,  
А. Н. Пожирицкая\*, Е. А. Галкина\*\*, В. Г. Грязнов\*\*

\* Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар

\*\* Научный центр, ОАО «Концерн "ГРАНИТ"»,  
г. Москва

zainullin.v.g@yandex.ru

### Аннотация

В последние годы все чаще стали обращать внимание на поиск новых технологий, повышающих урожайность сельскохозяйственных растений. Особый интерес с этой точки зрения представляют технологии применения импульсных электромагнитных полей в радиоволновом диапазоне.

Исследования выполняли на экспериментальных участках Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в соответствии со стандартными методами. Клубни картофеля разных сортов перед посадкой подвергали электромагнитному воздействию устройством «ТОР» в режиме 15/5 (15 мин воздействия, 5 мин перерыва, три раза в день перед посадкой) с индивидуальным спектром воздействия.

Показано увеличение скорости всходов картофеля, повышение урожайности после обработки. Внесение повышенных доз органических удобрений привело к существенному повышению урожайности и снизило эффект предпосевной обработки ЭМИ, но не отразилось на повышении числа клубней на куст у обработанных вариантов сорта Печорский.

### Ключевые слова:

картофель, сорта, сортообразцы, электромагнитное излучение, эми, урожайность

Возможность более полно реализовать генетический потенциал обеспечивают не только погодные условия, но и благоприятный агрофон сельскохозяйственных культур, обеспеченный органическими и минеральными удобрениями. Однако длительное применение органических и минеральных удобрений может отразиться на агрофизических свойствах почв, что особенно важно для агроценозов северных и арктических территорий. Поэтому поиск иных факторов, повышающих урожайность сельскохозяйственных культур, является актуальным.

Показано, что воздействие переменного электромагнитного поля на семена растений в период их покоя при-

## Effect of pre-sowing treatment with alternating magnetic fields and increased doses of organic fertilizers on potato yield

V. G. Zainullin\*, A. M. Turlakova\*, A. N. Pozhiritskaya\*, E. A. Galkina\*\*, V. G. Gryaznov\*\*

\* Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

\*\* Science Centre, OAO Concern Granite,  
Moscow

zainullin.v.g@yandex.ru

### Abstract

In recent years, attention has increasingly been paid to the search for new technologies that increase the productivity of agricultural plants. From this point of view, technologies for the use of pulsed electromagnetic fields in the radio wave range are of particular interest.

The studies were carried out in experimental plots of the Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences in accordance with standard methods. Before planting, potato tubers of different varieties were subjected to electromagnetic radiation by the TOR device in the 15/5 mode (15 minutes of action, 5 minutes of break, three times a day before planting) with an individual spectrum of action.

We observed an increase in the shooting rate of potato and a rise in yield after electromagnetic treatment. The introduction of increased doses of organic fertilisers significantly increased the yield and reduced the effect of pre-sowing electromagnetic irradiation but did not affect the increase in number of tubers per potato bush observed in the treated variants of the Pechorsky variety.

### Keywords:

potato, varieties, samples, electromagnetic radiation, productivity

водит к существенным изменениям в физиологии семян при прорастании. Как низкочастотное, так и высокочастотное электромагнитные поля способны привести к эффекту биостимуляции семян [1, 2]. Выявлено, что воздействие на семена пшеницы магнитного поля с показателями 12,5 и 25 мТл в течение 6 дней с длительностью воздействия 15 и 30 мин в сутки привело к увеличению содержания воды, хлорофилла и каротиноидов. Установлена зависимость между экспрессией генов и соответствующими параметрами, особенно при магнитной индукции 25 мТл в течение 30 мин, причем изменения наблюдались во всех генах по сравнению с контрольной группой [3]. Анализ



транскриптома выявил изменения в количестве транскриптов при воздействии электромагнитного излучения (далее – ЭМИ). Количественная полимеразная цепная реакция в реальном времени подтвердила дерегулирование некоторых процессов метаболизма ДНК. Более глубокими были изменения в размерах пула метаболитов с изменениями в фотосинтетическом и центральном энергетическом метаболизме [4].

В нашей работе мы оценили эффективность технологии дистанционной электромагнитной обработки и повышенного содержания органических удобрений на показатели качества урожая картофеля с разной историей обработки слабыми неионизирующими импульсными полями.

## Материалы и методы

Оценку эффективности воздействия на картофель переменных электромагнитных полей (далее – ПЭМП) проводили на экспериментальных площадках Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Как уже отмечалось нами [5], экспериментальный участок характеризуется высоким уровнем грунтовых вод, ранее его никогда не использовали под сельскохозяйственные посадки и не вносили органические и минеральные удобрения.

По данным ФГБУ САС, опытное поле характеризуется на сентябрь 2023 г. следующими показателями:  $pH_{\text{сол}} = 5,5$ , гидролитическая кислотность – 1,53 Ммоль/100 г, подвижные соединения фосфора – 906,5 млн<sup>-1</sup> (мг/кг), подвижные соединения цинка – 9,90, подвижные соединения марганца – 5,12, подвижные соединения калия – 71,7, обменный кальций – 12,00, обменный магний – 6,50, азот щелочногидролизующий – 151 млн<sup>-1</sup> (мг/кг). В октябре 2023 г. на опытное поле было внесено органическое удобрение (120 т/га). По данным ФГБУ САС от 22.05.2024 (протокол № 2), участок имел следующие показатели:  $pH_{\text{сол}} = 4,91$ , гидролитическая кислотность – 5,25 Ммоль/100 г, подвижные соединения цинка – 13,6 млн<sup>-1</sup> (мг/кг), подвижные соединения марганца – 26,6, подвижные соединения меди – 3,34, подвижная сера – 7,20, подвижные соединения фосфора – 676,5, подвижные соединения калия – 229,5 млн<sup>-1</sup> (мг/кг), органическое вещество – 5,23 %. При сравнении данных показателей видно, что после осеннего внесения органических удобрений в почву увеличилось содержание макро- и микроэлементов, существенно увеличались показатели гидролитической кислотности.

Закладка делянок по оценке влияния ПЭМП картофеля осуществлена согласно общепринятой методике с соблю-

дением требований к плотности посадки и числу повторностей [6]. Эксперимент был выполнен на однорядковых делянках в четырех повторностях, площадь одной делянки – 5,25 м<sup>2</sup>.

Клубни картофеля весом 50–80 г (вторая фракция) перед посадкой подвергали электромагнитному воздействию аппаратом «ТОР-био» в режиме 15/5 (15 мин воздействия, 5 мин перерыва в течение 1 ч перед посадкой) с частотой импульса 125 Гц. Показатели периодического магнитного поля на расстоянии 10 см от излучателя аппарата «ТОРбио» не превышали значения 1,5 мкТл с точностью 0,22 мкТл, электрической компоненты излучения – не более значений 214 В/м с точностью 32 В/м, плотность мощности излучения на частоте 2,45 ГГц не превышала 36 мкВт/см<sup>2</sup> (ОАО «Концерн "ГРАНИТ"») [7, 8]. Обработывались клубни урожая 2023 г. и потомство клубней, обработанных ЭМИ в 2021, 2022 и 2023 гг. Полевые наблюдения за сортами картофеля выполнены по стандартной схеме [9].

Оценка метеорологических условий 2021, 2022, 2023 гг. выполнена на основании данных сайта <http://www.pogodaiklimat.ru/> по г. Сыктывкару (рис. 1) и <https://pogoda.turtella.ru/russia/syktyvkar/archive?ysclid=m0v231tn15912056606> (рис. 2).

Положительные погодные показатели в мае 2023 г. обеспечили достаточно раннюю посадку картофеля (25.05.2023) в сравнении с 2022 г. (07.06.2022). В июне 2023 г. средняя температура была ниже средней многолетней нормы, количество осадков ниже средней многолетней на 38,2 мм, что отрицательно отразилось на развитии ранней стадии картофеля – период появления всходов оказался растянут. В 2024 г. среднесуточная температура была, наоборот, выше, достаточное количество осадков привело к обильному росту зеленой массы.

Средняя температура воздуха за июль, равно и август, 2023 и 2024 гг. была выше средней многолетней нормы.



Рисунок 1. Динамика погодных условий вегетационного периода 2023 года.  
Figure 1. Dynamics of weather conditions of the growing season in 2023.

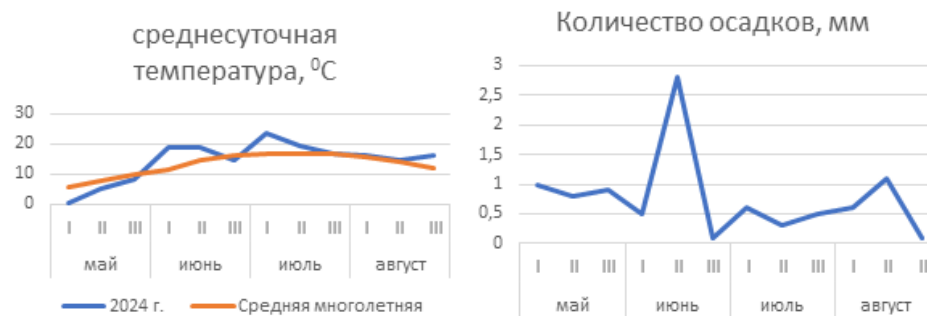


Рисунок 2. Динамика погодных условий вегетационного периода 2024 года.  
Figure 2. Dynamics of weather conditions of the growing season in 2024.

Однако количество осадков 2024 г. было ниже среднегодового значения и, соответственно, показателя 2023 г.

Как видно из рис. 1 и 2, динамика температур и осадков вегетационных периодов 2023 и 2024 гг. различается. Невысокие температуры в мае 2024 г. обусловили позднюю посадку картофеля. Высокие температуры июня и июля и дефицит осадков сказались на качестве урожая – высокая доля нетоварного картофеля.

## Результаты и их обсуждение

Из рис. 3 видно, что динамика всходов сортообразца Печорский после обработки ЭМИ в 2023 г. отличается от динамики всходов сортообразца Печорский Т (обработка 2021–2023 гг.) и сорта Зырянец, обработанных в 2023 г. и 2021–2023 гг. Эффективность однократной обработки была выше по сравнению с многократной (на протяжении 2021–2023 гг.).

Различия в реакции у сортообразца Печорский на однократную и многократную (ежегодную) обработки от сорта Зырянец могут свидетельствовать об отличиях в реакции этих генотипов на воздействие ЭМИ. Такое же предположение можно высказать обсуждая неравные реакции на однократную и многократную обработки сортообразца Печорский – динамика всходов у варианта Печорский Т отличается от динамики всходов у однократно обработанного варианта сортообразца Печорский.

В 2024 г. на опытном поле были высажены клубни, обработанные только в 2024 г., и картофель урожая от клубней, обработанных в 2021, 2022, 2023 и 2024 гг. (Э, ТЭ), и их контрольные (необработанные варианты, К, ТК). Если рассматривать данные динамики фенологических показателей, то реакция изучаемых сортов и вариантов была сходной с картиной 2023 г. – более ранние всходы у обработанного сортообразца Печорский.

На рис. 4 представлены данные биометрических показателей по фракционному составу (НСР = 0,17) и числу клубней на куст (НСР = 5,4) при учете раннего урожая. Следует отметить, что уже при учете раннего урожая были выявлены отличия в массе картофеля у контрольных вариантов, однако эти отличия обусловлены массой клубней весом более 80 г. Масса клубней менее 40 г и масса клубней второй фракции у семян, обработанных ЭМИ в 2024 г., больше, чем у необработанных. Данное заключение подтверждают результаты по оценке числа клубней на куст – число клубней на куст у обработанных в 2024 г. растений было выше, чем у необработанных. Подводя итог рассмотрению результатов учета раннего урожая, можно отметить, что внесение органических удобрений на участок сказалось на массе клубней, а дополнительная обработка ПЭМП привела к увеличению числа клубней на куст.

Как видно из рис. 5, величина общего урожая контрольных вариантов сортообразца Печорский (Печорский К,

Печорский ТК) выше, чем у обработанных вариантов. Превышение показателей общего урожая контрольных вариантов над показателями урожая обработанных вариантов сортообразца Печорский мы склонны объяснять существенным изменением плодородия экспериментального участка после внесения органических удобрений. Что касается сортов Гала, Зырянец, Аврора, мониторинг за которыми осуществлялся в 2021–2024 гг., то их реакция на электромагнитную обработку была незначительна.

Из приведенных данных биометрических показателей общей урожайности видно (таблица), что среднее количество клубней на куст в урожае обработанных клубней фракций существенно больше, чем в урожае от необработанных ЭМИ (НСР=2,14). Превышение показателей общего урожая, полученного от необработанных в 2024 г. клубней, можно объяснить улучшенным плодородием экспериментального участка. Необходимо отметить, что урожайность варианта Печорский ТЭ выше, чем у варианта Печорский Э. В данном случае можно предположить, что эти отличия связаны с изменениями генотипа после обработки ЭМИ.

Известно, что факторы окружающей среды могут приводить к эпигенетическим изменениям, которые отражают адаптацию к новым условиям. При исследовании

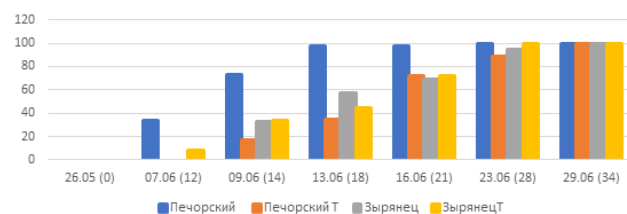


Рисунок 3. Динамика всходов сортов картофеля, %.  
Figure 3. Dynamics of potato varieties sprouting, %.

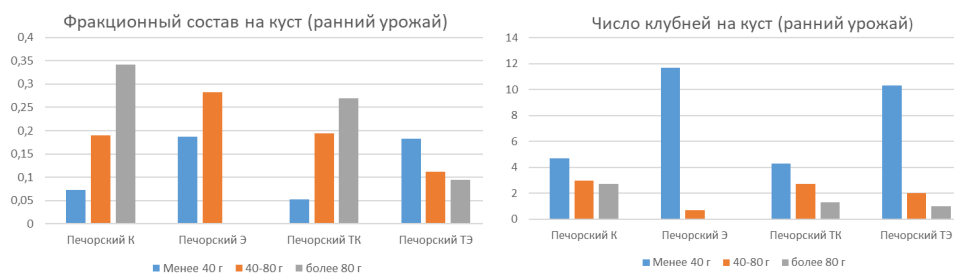


Рисунок 4. Биометрические показатели раннего урожая (65-й день).  
Figure 4. Biometric indices of early harvest (day 65).

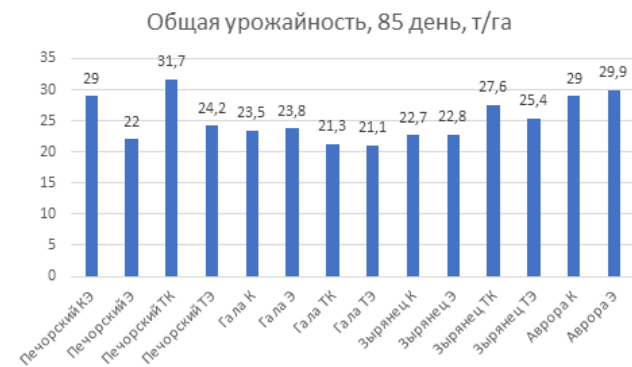


Рисунок 5. Общая урожайность сортов картофеля после обработки электромагнитным излучением (85-й день).  
Figure 5. Total yield of potato varieties after electromagnetic radiation treatment (day 85).

Biometric indices of total yield (day 85)

Название сорта / вариант	Менее 40 г		40-80 г		Более 80 г	
	Вес, кг	Число, шт.	Вес, кг	Число, шт.	Вес, кг	Число, шт.
Печорский К	5,8	127	11,9	214	39,6	250
Печорский Э	10,8	425	15,2	230	16,6	132
Печорский ТК	8,6	144	22,1	340	36,4	222
Печорский ТЭ	9,5	408	15,8	274	22,9	199

подсолнечника (*Helianthus annuus*) было обнаружено, что кратковременное (5–15 мин) воздействие на растения ПЭМП частотой 5,28 МГц является эффективным сигналом окружающей среды, который изменяет содержание почти 100 белков (большинство из них связано с фотосинтезом), лежащих в основе изменений экспрессии генов [10]. Таким образом, можно предположить, что в результате воздействия на клубни картофеля сорта Печорский в течение трех вегетационных периодов и, вероятно, сорта Зырянец неионизирующими импульсными полями могли возникнуть изменения генотипа, реализующиеся в отличиях реакций на дополнительные действия факторов среды.

Завершая рассмотрение результатов, следует отметить, что в условиях Республики Коми сорта местной селекции более чувствительны к воздействию ЭМИ. Получены данные, свидетельствующие о том, что предпосевная обработка клубней влияет на рост и развитие картофеля. Как было показано нами ранее [16], обработка ЭМИ приводит к усиленному образованию клубней, что, без сомнения, должно способствовать повышению общей урожайности при полном, достаточном обеспечении органоминеральными удобрениями, что и было нами обнаружено в эксперименте 2024 г.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Radhakrishnan, R. Magnetic field regulates plant functions, growth and enhances tolerance against environmental stresses / R. Radhakrishnan // *Physiol mol biol plants* (September–October 2019) 25(5):1107–1119. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00699-9> (date of access: 24.06.2024).
2. Влияние низкочастотного и высокочастотного электромагнитного поля на семена / Л. Г. Калинин [и др.] // *Биофизика*. – 2005. – Т. 50, № 2. – С. 361–366.
3. Erez, Mehmet Emre. Magnetic field effects on the physiologic and molecular pathway of wheat (*Triticum turgidum* L.) germination and seedling growth / Mehmet Emre Erez, Muhsin Özbek // *Acta Physiologiae Plantarum* (2024) 46:5. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11738-023-03631-7> (date of access: 4.06.2024).
4. Schmidpott, S. M. Scrutinizing the impact of alternating electromagnetic fields on molecular features of the model plant *Arabidopsis thaliana* / S.M. Schmidpott, S. Danho, V. Kumar, T. Seidel, W. Schöllhorn [et al.] // *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 5144. – URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph19095144> (date of access: 4.06.2024).

[doi.org/10.3390/ijerph19095144](https://doi.org/10.3390/ijerph19095144) (date of access: 4.06.2024).

5. Применение слабых импульсных электромагнитных полей в растениеводстве: прогресс в повышении урожайности картофеля / Е. В. Бондарчук [и др.] // *Картофель и овощи*. – 2023. – № 2. – С. 35–40.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. Методические положения. По проведению оценки сортов и гибридов картофеля на испытательных участках / Е. В. Журавлева [и др.] // *ФГБНУ ВНИИКХ*. – Москва, 2017. – 11 с.
8. Mildažienė. Treatment of common sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds with radio-frequency electromagnetic field and cold plasma induces changes in seed phytohormone balance, seedling development and leaf protein expression / Mildažienė [et al.] // *Sci Rep* 2019. 9(1):6437. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42893-5> (date of access: 04.06.2024).

## References

1. Radhakrishnan, R. Magnetic field regulates plant functions, growth and enhances tolerance against environmental stresses / R. Radhakrishnan // *Physiol mol biol plants* (September–October 2019) 25(5):1107–1119. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12298-019-00699-9> (date of access: 24.06.2024).
2. Vliyanie nizekchastotnogo i vysokochastotnogo elektromagnitnogo polya na semena [Effect of low-frequency and high-frequency electromagnetic field on seeds] / L. G. Kalinin [et al.] // *Biofizika* [Biophysics]. – Moscow, 2005. – Vol. 50, № 2. – P. 361–366.
3. Erez, Mehmet Emre. Magnetic field effects on the physiologic and molecular pathway of wheat (*Triticum turgidum* L.) germination and seedling growth / Mehmet Emre Erez, Muhsin Özbek // *Acta Physiologiae Plantarum* (2024) 46:5. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11738-023-03631-7> (date of access: 4.06.2024).
4. Schmidpott, S. M. Scrutinizing the impact of alternating electromagnetic fields on molecular features of the model plant *Arabidopsis thaliana* / S.M. Schmidpott, S. Danho, V. Kumar, T. Seidel, W. Schöllhorn [et al.] // *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 5144. – URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph19095144> (date of access: 4.06.2024).
5. Bondarchuk, E. V. Primeneniye slabyykh impulsnykh elektromagnitnykh poley v rasteniyevodstve: progress v povyshenii urozhaynosti kartofelya [Application of weak pulsed electromagnetic fields in crop production: progress in increasing potato yields] / E. V. Bondarchuk [et al.] // *Kartofel i ovoshchi* [Potato and Vegetables]. – 2023. – № 2. – P. 35–40.
6. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results)] / B. A. Dospikhov. – Moscow : Agropromizdat, 1985. – 351 p.

7. Metodicheskiye polozheniya po provedeniyu otsenki sortov i gibridov kartofelya na ispytatelnykh uchastkakh [Methodological provisions on evaluation of potato varieties and hybrids in test plots]. – FSBI All-Russian Research Institute of Potato Farming. – Moscow, 2017. – 11 p.
8. Mildažienė. Treatment of common sunflower (*Helianthus annuus* L) seeds with radio-frequency electromagnetic field and cold plasma induces changes in seed phytohormone balance, seedling development and leaf protein expression / Mildažienė [et al.] // Sci Rep 2019. 9(1):6437. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42893-5> (date of access: 04.06.2024).

#### Благодарность (госзадание):

Исследования выполнены в рамках государственного задания FUUU-2024-0015 (регистрационный номер ЕГИСУ НИОКТР 1024031100067-7-4.1.1).

#### Acknowledgements (state task)

The research was performed within the state task FUUU-2024-0015 (registration number ЕГИСУ НИОКТР 1024031100067-7-4.1.1).

#### Информация об авторах:

**Зайнуллин Владимир Габдуллович** – профессор, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author 6701715250; ORCID 0000-0002-937-1170; <http://elibrary.author.profile.asp?authorid=78291> (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: [zainullin.v.g@yandex.ru](mailto:zainullin.v.g@yandex.ru)).

**Турлакова Антонина Марсовна** – младший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: [turlakova100krapt@mail.ru](mailto:turlakova100krapt@mail.ru)).

**Пожирицкая Александра Николаевна** – младший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: [alexa-rgz@yandex.ru](mailto:alexa-rgz@yandex.ru)).

**Галкина Екатерина Анатольевна** – научный специалист Научного центра АО «Концерн "ГРАНИТ"»; ORCID 0000-0003-3824-2577 (Российская Федерация, г. Москва; e-mail: [info@granit-concern.ru](mailto:info@granit-concern.ru)).

**Грязнов Валерий Георгиевич** – заместитель руководителя Научного центра АО «Концерн "ГРАНИТ"»; ORCID 0000-0001-57516815 (Российская Федерация, г. Москва; e-mail: [info@granit-concern.ru](mailto:info@granit-concern.ru)).

#### About the authors:

**Vladimir G. Zainullin** - Professor, Doctor of Sciences (Biology), Leading Researcher at the A. V. Zhuravskiy Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author 6701715250; ORCID 0000-0002-937-1170; <http://elibrary.author.profile.asp?authorid=78291> (27 Rucheynaya st., Syktyvkar, 167023 Russian Federation; e-mail: [zainullin.v.g@yandex.ru](mailto:zainullin.v.g@yandex.ru)).

**Antonina M. Turlakova** - Junior Researcher at the A. V. Zhuravskiy Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (27 Rucheynaya st., Syktyvkar, 167023 Russian Federation; e-mail: [turlakova100krapt@mail.ru](mailto:turlakova100krapt@mail.ru)).

**Alexandra N. Pozhiritskaya** - Junior Researcher at the A. V. Zhuravskiy Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (27 Rucheynaya st., Syktyvkar, 167023 Russian Federation; e-mail: [alexa-rgz@yandex.ru](mailto:alexa-rgz@yandex.ru)).

**Ekaterina A. Galkina** - Research Specialist at the Science Centre, OAO Concern Granite; ORCID 0000-0003-3824-2577 (Moscow, Russian Federation, e-mail: [info@granit-concern.ru](mailto:info@granit-concern.ru)).

**Valeriy G. Gryaznov** - Deputy Head of the Science Centre, OAO Concern Granite; ORCID 0000-0001-57516815 (Moscow, Russian Federation, e-mail: [info@granit-concern.ru](mailto:info@granit-concern.ru)).

**Для цитирования:**

Зайнуллин, В. Г. Влияние предпосевной обработки переменными магнитными полями и повышенных доз органических удобрений на урожай картофеля / В. Г. Зайнуллин, А. М. Турлакова, А. Н. Пожирицкая [и др.] // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 48–53.

**For citation:**

Zainullin, V. G. Vliyaniye predposevnoy obrabotki peremennymi magnitnymi polyami i povyshennykh doz organicheskikh udobrenij na urozhaj kartofelya [Effect of pre-sowing treatment with alternating magnetic fields and increased doses of organic fertilizers on potato yield] / V. G. Zainullin, A. M. Turlakova, A. N. Pozhiritskaya, E. A. Galkina, V. G. Gryaznov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 48–53.

Дата поступления статьи: 11.09.2024

Прошла рецензирование: 29.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 11.09.2024

Reviewed: 29.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Влияние препарата ПроРостим на урожайность зерна ячменя в условиях Республики Марий Эл

С. А. Замятин, Р. В. Максимова

Марийский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Республика Марий Эл, пос. Руэм  
zamyatin.ser@mail.ru

### Аннотация

В статье представлены результаты изучения влияния биоорганических стимуляторов роста ПроРостим на урожайность ярового ячменя сорта Память Дудина. Исследования в опыте проводили в 2023 г. на опытном поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в условиях дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы. Прибавка урожайности ячменя к хозяйственному контролю при использовании препарата ПроРостим составила 0,23 т/га.

### Ключевые слова:

урожайность, яровой ячмень, ПроРостим, структура урожая, болезни

Препарат ПроРостим – биоорганический препарат, стимулятор роста растений, обогащен макро- и микроэлементами в легкоусвояемой форме, необходимыми для здорового роста растений (медь, цинк, цезий, молибден, селен и т. д.).

Уникальная формула и состав препарата обеспечивают максимальную эффективность на всем протяжении действия: от обработки семян, листовой органической подкормки, до созревания.

Высокая эффективность микроэлементов в хелатной форме, в виде жидких удобрительных стимулирующих смесей отмечена в исследованиях, проведенных с различными полевыми культурами [1–3].

Изучение влияния различных биоорганических стимуляторов роста на урожайность ярового ячменя в конкретных почвенно-климатических условиях является актуальной задачей.

Цель исследования – определение влияния биоудобрения ПроРостим стандарт на формирование урожайности ярового ячменя сорта Память Дудина в условиях дерново-подзолистой почвы.

Эксперименты проведены в полевом опыте, заложенном в 2023 г. на опытном поле Марийского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

В момент закладки опыта пахотный слой характеризовался следующими агрохимическими показателями:

## Effect of the ProRostim preparation on barley grain yield in the Mary El Republic

S. A. Zamyatin, R. V. Maksimova

Mari Research Institute of Agriculture, Branch of the Federal Agrarian Science Centre of the North-East, Republic of Mari El, Ruem settlement  
zamyatin.ser@mail.ru

### Abstract

The article presents the study results on the effect of the ProRostim bioorganic growth stimulators on yield of the spring barley Pamyati Dudina variety. The studies were conducted in the experimental field of the Mari Research Institute of Agriculture, Branch of the FSBSI FASC of the North-East in conditions of sod-podzolic medium-loamy soil in 2023. The barley yield increment to the economical control after application of ProRostim preparation was 0.23 t/ha.

### Keywords:

yield, spring barley, ProRostim, crop structure, diseases

содержание гумуса (по Тюрину) – 2,28 %, общего азота – 0,23 %,  $pH_{\text{кон}}$  5,2 %, показатель гидролитической кислотности составил 2,21 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 7,9 мг-экв/100 г почвы. Обеспеченность почвы подвижным фосфором составила в пределах 386 мг, обменным калием – 168 мг на 1 кг почвы.

Погодные условия в период вегетации 2023 г. были благоприятными для роста, развития растений и формирования урожайности ярового ячменя.

Агротехника в опыте была следующей: предшественник – озимая пшеница, возделываемая по чистому пару.

После уборки озимой пшеницы провели зяблевую вспашку. Весной после схода снега с полей, при наступлении физической спелости почвы, было выполнено боронование с целью закрытия влаги. Перед посевом под культуру внесли минеральное удобрение нитроаммофоску в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Для посева использовали семена ярового ячменя сорта Память Дудина. Качество семян соответствовало требованиям стандарта, предъявляемым к посевному материалу репродукции элита.

Исследования проводили по сравнительной схеме – опыт и контроль.

На контроле перед посевом семена ярового ячменя обработали препаратами Бенефис, МЭ – 0,8 л/т и Имидор Про, КС – 1,25 л/т. В фазу кущения растений опрыснули гер-

бицидом Примадонна грант (Примадонна, СЭ 5 л)+Гранат, ВДГ 100 г) 1 уп/10 га. Провели по две фунгицидные и инсектицидные обработки на зерновых культурах препаратами Титул Дуо, ККР – 0,3 л/га и Эсперо, КС (200+120 г/л), 150 г/га соответственно. Это был хозяйственный контроль.

На опыте с яровым ячменем, помимо хозяйственного контроля, осуществили две обработки препаратом ПроРостим стандарт по вегетации в фазы: кущения и трубкования в утренние часы из расчета 1 л на 1 га. Норма рабочей жидкости – 200 л/га.

Повторность опыта – четырехкратная. Общая площадь делянки – 3 тыс. м<sup>2</sup>. Размещение делянок – систематическое.

Повышение урожайности возделываемых культур всегда было и остается главной задачей сельскохозяйственного производства. Урожайность ярового ячменя на дерново-подзолистых почвах в основном зависит от внесения органических и минеральных удобрений, но по сравнению с другими яровыми культурами, по своим биологическим особенностям ячмень отличается повышенными требованиями к уровню питания, что объясняется очень коротким вегетационным периодом (90–100 дней) и чрезвычайно быстрым усвоением питательных веществ.

Результаты полевого опыта показали, что обработка вегетирующих растений биоорганическим стимулятором роста ПроРостим «стандарт» в сочетании с хозяйственным контролем оказала некоторое влияние на продуктивность ярового ячменя (табл. 1).

Таблица 1  
Структура урожая ярового ячменя (2023)

Table 1  
Spring barley yield structure (2023)

Вариант	Продуктивные стебли, шт/м <sup>2</sup>	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен колосе, шт.	Масса зерна с одного колоса, г	Масса 1 тыс. зерен, г
Контроль	615,8	76,9	7,51	21,5	0,92	42,79
ПроРостим	619,2	78,5	8,26	21,8	0,97	44,50

Такое сочетание способствует улучшению элементов структуры урожая. Вариант опыта (ПроРостим) превосходил контрольный вариант по продуктивным стеблям на 3,4 шт/м<sup>2</sup>, высоте растений – на 1,6 см, длине колоса – на 0,75 см, по количеству зерен в колосе – на 0,3 шт.

В период вегетации мы проводили мониторинг за ростом и развитием растений, появлением листовых болезней, а также учет по принятым методикам. Рассчитывали развитие и распространение листовых болезней в фазе колосения (табл. 2).

Применяемые протравители семян ярового ячменя и двухкомпонентный фунгицид Титул Дуо, ККР показали высокую эффективность против корневой гнили и болезней листьев ячменя. Обработка биоорганическими стимуляторами роста препаратами ПроРостим также эффективно защитила посевы ярового ячменя.

Основной показатель проведенных исследований – влияние биоудобрения ПроРостим на величину урожая ярового ячменя сорта Память Дудина (табл. 3).

Таблица 2  
Болезни ярового ячменя (2023)

Table 2

Spring barley diseases (2023)

Вариант	Корневая гниль		Септориоз		Гельминтоспориозная пятнистость	
	P, %	R, %	P, %	R, %	P, %	R, %
Контроль	16,2	2,3	1,5	0,9	3,0	1,5
ПроРостим	16,8	2,4	2,0	1,0	4,0	1,5
НСР <sub>05</sub>	0,9	0,2	0,6	0,2	1,1	0,2

Условные обозначения. P – распространение болезни; R – развитие корневой гнили.

Symbols. P – spread of disease; R – root rot development.

Таблица 3  
Урожайность ярового ячменя, т/га (2023)

Table 3

Spring barley yield, t/ha (2023)

Вариант	Урожайность				Среднее	Прибавка
	Повторность					
	I	II	III	IV		
Контроль	4,38	5,33	5,34	5,17	5,06	
ПроРостим	4,48	5,58	5,63	5,43	5,28*	+0,23
НСР <sub>05</sub>					0,13	

Примечание. \* – достоверно на 0,05%-ном уровне значимости.

Note. \* – significant at the 0.05 % level.

Величина урожайности изучаемых вариантов зависела от обеспеченности почвы органическими и минеральными веществами. Естественно, без дополнительного минерального питания посевы ярового ячменя не могут полноценно развиваться и реализовать свой потенциал. Проведенный эксперимент показал, что на хозяйственном контроле, где применялись минеральные удобрения в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> с химическими средствами защиты, урожайность была достаточно высокой и составила 5,06 т/га. Дополнительная двукратная обработка биоорганическим стимулятором роста ПроРостим стандарт достоверно повысила урожайность ярового ячменя до 5,28 т/га. Прибавка урожайности составила 0,23 т/га при уровне НСР<sub>05</sub>=0,13.

Таким образом, по результатам проведенных исследований установлено, что применение листовой подкормки с двукратным применением биоорганического стимулятора роста в норме 1 л/га в фазы кущения и трубкования способствует формированию более высокой урожайности зерна ярового ячменя и увеличивает элементы структуры урожая.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Ашаева, О. А. Изучение особенностей формирования урожайности зерна яровой пшеницы под влиянием жидких комплексных минеральных удобрений / О. А. Ашаева, С. Н. Масленников, Д. С. Егоров [и др.] // Актуальные вопросы аграрной науки: сборник трудов по итогам Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения к.с.-х.н., проф. А. П. Осипова. – М.: Аграрная академия, 2021. – С. 123–127.

- пова, Н. Новгород, 29 ноября 2022 года. – Нижний Новгород : ФГБОУ Нижегородская ГСХА, 2023. – С. 152–156.
2. Соловьева, К. М. Роль биостимуляторов роста растений в ресурсосберегающем земледелии / К. М. Соловьева, Е. В. Пожидаева, О. В. Ашаева // Научное обеспечение отрасли растениеводства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. науч.-педагогических работников и молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения д.б.н., профессора Е. П. Куклиной-Хрущевой, Н. Новгород, 06–07 октября 2021 г. – Нижний Новгород : ФГБОУ Нижегородская ГСХА, 2022. – С. 7–19.
  3. Светлакова, Е. В. Эффективность применения жидких органоминеральных удобрений при возделывании озимой ржи / Е. В. Светлакова, Ф. А. Попов, Е. Н. Носкова // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : материалы IX Международной научно-практической конференции; под общей редакцией И. А. Устюжанина. – Киров, 2023. – С. 290–294.

## References

1. Ashaeva, O. A. Izuchenie osobennostej formirovaniya urozhajnosti zerna yarovoj pshenicy pod vliyaniem zhidkih kompleksnyh mineralnyh udobrenij [Study of spring wheat grain yield formation under the influence of liquid complex mineral fertilizers] / O. A. Ashaeva, S. N. Maslennikov, D. S. Egorov, E. S. Zanozina // Aktualnye voprosy agrarnoj nauki [Current Questions of Agrarian Science]: Collection of papers to the All-Rus. Sci-Practical Conf. dedicated to the 85th anniversary of Candidate of Agricultural Sciences, Prof., Dean of the Agronomical Faculty (1983–1994) Osipov A. P., N. Novgorod, November 29, 2022. – Nizhniy Novgorod : FSBEI Nizhegorodskaya State Agricultural Academy. – 2023. – P. 152–156.
2. Solovyeva, K. M. Rol biostimulyatorov rosta rastenij v resursosberegayushchem zemledelii [Role of plant growth biostimulators in sustainable agriculture] / K. M. Solovyeva, E. V. Pozhidaeva, O. V. Ashaeva // Nauchnoe obespechenie otrasli rastenievodstva i zemleustrojstva selskohozyajstvennyh predpriyatij [Scientific Support of Crop Production and Land Management of Agricultural Enterprises] : Materials of the All-Rus. Sci-Practical Conf. for Research-Pedagogical Staff and Young Scientists dedicated to the 120th anniversary of Doctor of Biological Sciences, Prof. Elena P. Kuklina-Khrushcheva, N. Novgorod, October 06–07, 2021. – Nizhniy Novgorod : FSBEI Nizhegorodskaya State Agricultural Academy. – 2022. – P. 7–19.
3. Svetlakova, E. V. Effektivnost primeneniya zhidkih organomineralnyh udobrenij pri vzdelyvanii ozimoy rzhi / E. V. Svetlakova, F. A. Popov, E. N. Noskova // Metody i tekhnologii v selekcii rastenij i rastenievodstve [Methods and technologies in plant breeding and crop production]: Materials of IX Int. Sci-Practical Conf.; Editor-in-Chief I. A. Ustyuzhanin. – Kirov, 2023. – P. 290–294.

## Благодарность (госзадание):

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (тема FNWE-2022-0005).

## Acknowledgements (state task)

The study was carried out within the framework of the State Task of FSBSI FASC of the North-East (theme FNWE-2022-0005).

## Информация об авторах:

**Замятин Сергей Анатольевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом технологии возделывания сельскохозяйственных культур Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (425231, Российская Федерация, Республика Марий Эл, Медведевский район, пос. Руэм, ул. Победы, д. 10; e-mail: zamyatin.ser@mail.ru).

**Максимова Раисия Болеславовна** – научный сотрудник отдела технологии возделывания сельскохозяйственных культур Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого (425231, Российская Федерация, Республика Марий Эл, Медведевский район, пос. Руэм, ул. Победы, д. 10; e-mail: zamyatin.ser@mail.ru).

## About the authors:

**Sergey A. Zamyatin** – Candidate of Sciences (Agriculture), Leading Researcher, Chief of the Agricultural Crops Cultivation Technology Department at the Mari Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitsky (10 Pobedy st., Ruem settlement, Medvedevsky Region, Mari El Republic, Russian Federation, 425231; e-mail: zamyatin.ser@mail.ru).



**Raisiya B. Maksimova** – Researcher at the Agricultural Crops Cultivation Technology Department at the Mari Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitsky (10 Pobedy str., Ruem settlement, Medvedevsky Region, Mari El Republic, Russian Federation, 425231; e-mail: zamyatin.ser@mail.ru).

**Для цитирования:**

Замятин, С. А. Влияние препарата ПроРостим на урожайность зерна ячменя в условиях Республики Марий Эл / С. А. Замятин, Р. Б. Максимова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 54–57.

**For citation:**

Zamyatin, S. A. Vliyanie preparata ProRostim na urozhajnost zerna yachmenya v usloviyah Respubliki Marij El [Effect of the ProRostim preparation on barley grain yield in the Mary El Republic] / S. A. Zamyatin // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 54–57.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Фенология сортов земляники садовой в южной лесостепи Башкортостана

В. М. Зарипова

Уфимский федеральный исследовательский центр,  
г. Уфа  
kush\_oph@mail.ru

### Аннотация

В статье представлены результаты изучения фенологических наблюдений сортов земляники и соответствие климатическим условиям южной лесостепной зоны Башкортостана. Изучены 15 сортов земляники разных сроков созревания. Исследования выполнены в Кушнаренковском селекционном центре БНИИСХ УФИЦ РАН в период 2019–2023 гг. Наблюдения проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур».

Проанализировано влияние эффективных температур на сроки наступления фенологических фаз. Начало вегетации у всех сортов отмечалось во II декаде апреля. Определена сумма эффективных температур, необходимых для начала цветения и созревания сортов земляники в условиях южной лесостепной зоны Башкортостана. На основании наблюдений вступление в фазу цветения в среднем проходило в третьей декаде мая, при среднесуточной температуре воздуха выше 12,4–16,2 °С. Сумма эффективных температур для наступления фенологической фазы «начало цветения» отмечалась у ранних сортов с 108,2 до 234,4 °С, средних – 128–263,1, поздних – 145–287, в среднем – 126,7–260,4 °С. Созревание ягод начиналось во второй декаде июля, у ранних сортов – 346,7 до 473,2 °С, у среднеспелых – от 405,6 до 526,4 °С, у позднеспелых – от 438 до 625 °С.

Самые быстрые темпы продолжительности цветения, созревания и межфазные периоды развития земляники отмечены в 2021 г. на 10–15 дней раньше многолетних сроков. Выявлено, что изучаемые сорта земляники по срокам наступления фенофазы цветения и плодоношения разделены на ранние, средние и позднеспелые. К группе ранних отнесли сорта Анастасия, Дарёнка; средних – Дуэт, Кокинская заря, Орлец, Первоклассница, Росинка, Славутич, Фейерверк, Фестивальная ромашка; поздних – Соловушка, Сударушка, Троицкая, Урожайная ЦГЛ, Эльсанта.

### Ключевые слова:

земляника садовая, сорта, фенологические фазы развития, сумма эффективных температур

## Phenology of garden strawberry varieties in the southern forest-steppe zone of Bashkortostan

V. M. Zaripova

Ufa Federal Research Centre,  
Ufa  
kush\_oph@mail.ru

### Abstract

The article presents the study results of phenological observations of strawberry varieties and their correspondence with the climatic conditions of the southern forest-steppe zone of Bashkortostan. 15 strawberry varieties with different ripening periods were studied. The studies were carried out at the Kushnarenkovskiy Selection Centre of the Bashkir Research Institute of Agriculture, Ufa Federal Research Centre RAS in the period of 2019–2023. Our observations were organized in accordance with the Program and Methodology for the Study of Fruit, Berry, and Nut Crops.

The influence of effective temperatures on the beginning dates of phenological phases was analyzed. The beginning of the growing season for all varieties was noted in the second decade of April. The sum of effective temperatures required for the beginning of flowering and ripening of strawberry varieties in the conditions of the southern forest-steppe zone of Bashkortostan was determined. By our observations, the flowering phase began averagely in the third ten days of May with an average daily air temperature of 12.4–16.2 °C. The sum of effective temperatures for the beginning of the phenological phase “early flowering” was fixed 262–287 °C for early varieties, 346–392 °C for mean varieties, 358–387k °C for late varieties, and 262–305 °C on average. The ripening of berries began in the second ten days of July with 346.7–473.2 °C for early varieties, 405.6–526.4 °C for mid-ripening varieties, and 438–625 °C for late-ripening varieties.

Quick rates for the flowering, ripening and interphase periods of strawberry development were noted in 2021; they started 10–15 days earlier than the perennial dates. The studied strawberry varieties, according to the dates of the flowering and fruiting phenophases, were divided into early-, middle- and late-ripening. The early group included the varieties Anastasia and Darenka; the middle group – Duet, Kokinskaya Zarya, Orlets, Pervoklassnitsa, Rosinka, Slavutich, Feierwerk, Festivalnaya Romashka; middle-late varieties – Solovushka, Sudarushka, Troitskaya, Urozhaynaya TsGL, Elsanta.

### Keywords:

garden strawberry, varieties, phenological phases of development, sum of effective temperatures

## Введение

Климатические условия влияют на особенности развития растений. Они могут изменять сроки прохождения фенологических фаз при воздействии температурных стрессов экстремально высоких и низких температур, благоприятствовать росту, развитию, накоплению фитомассы и формированию ее компонентов либо, напротив, негативно влиять на эти процессы [1, с. 52–55; 2, с. 119–125].

Изменяющиеся климатические показатели – рост среднегодовых температур, длительные засухи и годовое снижение осадков, низкая относительная влажность воздуха, негативно воздействуют на растения и приводят к их угнетению и нестабильности плодоношения [3, с. 13–16; 4, с. 28–31].

Биологические особенности и пластичность земляники садовой позволяют выращивать ее в различных почвенно-климатических условиях. Фенологические наблюдения дают возможность для выявления закономерностей ее роста и развития и обоснования интенсификации возделывания культуры [5, с. 1–6; 6, с. 55–58]. Изучение сроков прохождения фенологических фаз дает возможность судить о сроках прохождения фаз развития, зависящих от факторов внешней среды, в частности от температуры, и позволяет установить степень соответствия периода его вегетации теплоте периода года, ареалу произрастания [7, с. 63–68].

Цель данного исследования – определение влияния природно-климатических условий южной лесостепной зоны Башкортостана на прохождения фенологических фаз сортов земляники садовой.

## Материалы и методы

Исследования проводили в течение вегетационных сезонов 2019–2023 гг. в Кушнарниковском селекционном центре БНИИСХ УФИЦ РАН. Почвы опытного участка – чернозем карбонатный, среднесуглинистый по механическому составу с содержанием гумуса (по Тюрину) – 6,4 %, фосфора и калия (по Чирикову) – 8,7 и 11 мг/100 г почвы соответственно, реакция почвенного раствора нейтральная (по Флоринскому) – 6,8 ед. рН. Предшественник – чистый пар. Расположение делянок – рендомизированное, повторность – трехкратная. Схема посадки – 0,2 х 1,0 м. Объектами исследований послужили 15 сортов земляники отечественной селекции.

По агрометеорологическим условиям климат южной лесостепи Башкортостана характеризуется нестабильностью по годам и периодам вегетации, суммой осадков и температурой воздуха. Благоприятные периоды чередуются с засушливыми и острозасушливыми.

Метеорологические условия в годы проведения исследований (2019–2023) различались по тепло- и влагообеспеченности, что повлияло на сроки и продолжительность прохождения фенологических фаз и позволило наиболее достоверно оценить фенологические характеристики изучаемых сортов земляники.

В весенне-летний период 2019 г. соотношение среднесуточных температур и количества осадков способствова-

ло своевременному прохождению фаз развития растений и формированию урожая. Температурный режим летнего периода был близок к среднееголетним значениям. В целом, летние месяцы характеризовались резкой сменой тепла и холода. В июне осадков выпало в пределах нормы – 96 %, в июле наблюдался недобор осадков, всего 42 % от нормы. Метеоусловия вегетационного периода 2020 г. характеризовались частыми и обильными осадками (280 мм) и температурным режимом (17,3 °С) с преобладанием повышенного. Вегетационный период 2021 г. отличался продолжительной засухой: наблюдался недобор осадков (69 % от нормы), а температура воздуха мая–августа превысила на 1,9–5,5 °С средние многолетние значения. Средняя влажность воздуха за этот период составила 52 %, из-за чего растения земляники плохо развивались и были ослаблены. В мае–июне 2022 г. отмечались неустойчивые температуры (ниже нормы на 2,5–1,3 °С). Сумма осадков за эти месяцы оказалась выше среднееголетних значений – 316 мм. Наступившая засуха в июле–августе сопровождалась дефицитом осадков (9,5 мм в июле и их отсутствие в августе) на фоне аномально высоких температур (+0,7–3,5 °С). Апрель и май 2023 г. отличались повышенным температурным режимом (на +4,6–3,1 °С выше нормы) и дефицитом осадков (29 % от нормы). Заморозки с температурой –4 °С при низкой относительной влажности воздуха до 38 % в первой декаде мая пришлось на фазы бутонизации. Жаркая и сухая погода в начале вегетации, в фазы цветения и формирования ягод (+32 °С в третьей декаде мая) привела к повреждению цветков и усыханию цветоносов земляники, отрицательно повлияла на завязываемость и, как следствие, снижению массы ягод и урожайности. Таким образом, вегетационные периоды 2019 г. и 2020 г. характеризовались как среднеувлажненные (ГТК 0,94 и 1,13); 2021 г. и 2023 г. – очень засушливые (ГТК 0,39 и 0,6); 2022 г. – засушливый (ГТК 0,86).

Фенологические наблюдения проводили по отдельным фенологическим фазам, отмечая календарные сроки их прохождения, в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [8, с. 420–427].

## Результаты и их обсуждение

Различия температурного режима по годам в 4–7 °С сказываются на сроках наступления фазы и определяют разницу в сроках, которая может составлять 5–15 дней.

Начало вегетации обусловлено в первую очередь температурным режимом весеннего периода. Весной, как только сойдет снег и установится среднесуточная температура выше 5 °С, сразу же возобновляется рост растений; новые, так называемые весенние листья отрастают, а зимние – постепенно отмирают. Активный рост корней начинается при прогревании корнеобитаемого слоя почвы до +7 °С.

В среднем, вегетация земляники (начало отрастания листьев) в условиях южной лесостепной зоны Башкортостана начинается во второй декаде апреля. За годы проведения наблюдений (2019–2023) наиболее раннее начало

вегетации отмечалось на второй декаде апреля 2021 г. и 2023 г. Наиболее позднее – в первой декаде мая 2019 г. В среднем вегетация земляники в наших условиях начинается в конце апреля. При прохладной погоде процессы растягиваются, а при жаркой и сухой – сокращаются. Отмечено, что сроки и продолжительность прохождения фенологической фазы цветения по годам значительно изменяются в зависимости от метеоусловий сезона.

Спустя 16–20 дней после начала ростовых процессов, начинается выдвигание цветоносов и обособление бутончиков (в среднем во второй декаде мая). Сопоставление сроков начала выдвигания соцветий показало, что ранние сорта вступают в эту фазу при среднесуточной температуре +8,5 °С, средние – при +10,2 °С, поздние – +14,4 °С.

Через две недели от появления цветоносов начинается цветение (с колебаниями 4–12 дней), которое у земляники может продолжаться от двух до четырех недель. Цветение и плодоношение происходят не одновременно. Первым зацветает одиночный цветок первого порядка, затем из пазух прицветников цветка первого порядка появляются два цветка второго порядка, из пазух прицветников цветков второго порядка – четыре цветка третьего порядка. Такая последовательность появления цветков на цветоносе обуславливает разновременность созревания ягод земляники и одновременное наличие на кусте созревших ягод и распутившихся цветков. Длительность цветения одного цветка обычно составляет от 1 до 4 дней. В среднем для начала цветения земляники требуется сумма эффективных температур у ранних сортов от 262 до 287 °С, средних – 346–392 °С, поздних – 358–387 °С, в среднем – 262–305 °С. В группу ранозцветающих вошли сорта: Анастасия, Дарёнка, среднецветающих – Дуэт, Кокинская заря, Орлец, Первоклассница, Росинка, Славутич, Фейерверк, Фестивальная ромашка; в группу поздноцветающих – Соловушка, Сударушка, Троицкая, Урожайная ЦГЛ, Эльсанта.

Цветение начиналось в среднем 29 мая–3 июня при среднесуточной температуре воздуха +12,4...+16,2 °С. В 2021 г. отмечали наиболее ранний срок наступления фазы цветения – 14 мая, на 15 дней раньше среднесезонных сроков. Самое позднее цветение наблюдалось 24 июня–6 июля (на 6–14 дней позже среднесезонных сроков) в условиях весны 2019 г. В зависимости от сорта и условий погоды цветение продолжалось от 10 до 19 дней.

Процесс формирования ягод занимает 21–24 дня. Они созревают в той же последовательности, в которой проходило цветение. В среднем плодоношение начинается 24–31 июня. При сумме эффективных температур на начало плодоношения у ранних сортов от 346,7 до 473,2 °С, у среднеспелых – от 405,6 до 526,4 °С, у позднеспелых – от 438 до 625 °С.

По срокам наступления фенофаз цветения и плодоношения сорта разделили на ранние, средние и позднеспелые. К группе ранних отнесли сорта Анастасия, Дарёнка; средних – Дуэт, Кокинская заря, Орлец, Первоклассница, Росинка, Славутич, Фейерверк, Фестивальная ромашка; средне-поздних – Соловушка, Сударушка, Троицкая, Урожайная ЦГЛ, Эльсанта.

## Заключение

Таким образом, в среднем, вегетация земляники начинается со второй декады апреля, цветение – с третьей декады мая, созревание – с первой декады июля. Для начала цветения требуется сумма эффективных температур от 126,68 до 260,37 °С. Плодоношение наступает при сумме эффективных температур 346,7–625 °С. Погодные условия могут влиять на увеличение или сокращение продолжительности прохождения отдельных фенофаз.

Оценивая фенологические характеристики изучаемых сортов земляники, можно сделать вывод об их приспособленности к климатическим условиям южной лесостепной зоны Башкортостана.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Марченко, Л. А. Земляника садовая: оценка отечественного сортимента и направления селекции / Л. А. Марченко // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 12 (203). – С. 50–60.
2. Стольников, Н. П. Культура земляники в Западной Сибири / Н. П. Стольников. – Барнаул: ФГБНУ НИИСС, 2014. – С. 13–76.
3. Невоструева, Е. Ю. Совершенствование сортимента земляники для Волго-Вятского региона / Е. Ю. Невоструева, Г. В. Андреева, О. А. Павлова // Современное садоводство. – 2021. – № 1. – С. 28–35.
4. Авдеева, З. А. Влияние погодных условий периода вегетации нахождение фенологических фаз у сортов земляники / З. А. Авдеева, Е. В. Аминова // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2021. – № 4. – С. 1–6.
5. Зубкова, М. И. Особенности прохождения фенологических фаз интродуцированных сортов земляники садовой в условиях Орловской области / М. И. Зубкова, С. Д. Князев, И. Е. Евтихова // Овощи России. – 2021. – № 1. – С. 63–68.
6. Зарипова, В. М. Перспективные сорта земляники и жимолости в условиях Башкортостана / В. М. Зарипова, А. З. Басырова, Р. А. Шафиков // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 8. – С. 55–58.
7. Антипенко, М. И. Основные фенологические особенности сортов земляники в условиях Самарской области / М. И. Антипенко // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 63. – С. 118–127.
8. Шокаева, Д. Б. Земляника, клубника, земляника / Д. Б. Шокаева, А. А. Зубов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Издательство ВНИИСПК, 1999. – С. 417–443.

## References

1. Marchenko, L. A. Zemlyanika sadovaya: ocenka otechestvennogo sortimenta i napravleniya selekcii [Garden strawberry. Assessment of the domestic assortment and

- directions of selection] / L. A. Marchenko // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2020. – № 12 (203). – P. 50–60.
2. Stolnikova, N. P. *Kultura zemlyaniki v Zapadnoj Sibiri* [Strawberry culture in Western Siberia] / N. P. Stolnikova. – Barnaul : Research Institute of Agriculture, 2014. – P. 13–76.
  3. Nevostrueva, E. Yu. *Sovershenstvovanie sortimenta zemlyaniki dlya Volgo-Vyatskogo regiona* [Improving the strawberry assortment for the Volga-Vyatka region] / E. Yu. Nevostrueva, G. V. Andreeva, O. A. Pavlova // *Sovremennoe sadovodstvo* [Modern Gardening]. – 2021. – № 1. – P. 28–35.
  4. Avdeeva, Z. A. *Vliyanie pogodnykh uslovij perioda vegetatsii na prohozhdenie fenologicheskikh faz u sortov zemlyaniki* [The influence of weather conditions during the growing season on the characteristics of phenological phases in strawberry varieties] / Z. A. Avdeeva, E. V. Aminova // *Bulletin of the Orenburg Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. – 2021. – № 4. – P. 1–6.
  5. Zubkova, M. I. *Osobennosti prohozhdeniya fenologicheskikh faz introducirovannykh sortov zemlyaniki sadovoj v usloviyakh Orlovskoy oblasti* [Dates of phenological phases of introduced varieties of garden strawberry in the conditions of the Oryol region] / M. I. Zubkova, S. D. Knyazev, I. E. Evtikhova // *Ovoshchi Rossii* [Vegetables of Russia]. – 2021. – P. 63–68.
  6. Zaripova, V. M. *Perspektivnye sorta zemlyaniki i zhimolosti v usloviyakh Bashkortostana* [Promising varieties of strawberry and honeysuckle in the conditions of Bashkortostan] / V. M. Zaripova, A. Z. Basyrova, R. A. Shafikov // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of the Agroindustrial Complex]. – 2019. – № 8. – Vol. 33. – P. 55–58.
  7. Antipenko, M. I. *Osnovnye fenologicheskie osobennosti sortov zemlyaniki v usloviyakh Samarskoj oblasti* [Main phenological features of strawberry varieties in the conditions of the Samara region] / M. I. Antipenko // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and Berry Growing in Russia]. – 2020. – Vol. 63. – P. 118–127.
  8. Shokaeva, D. B. *Zemlyanika, klubnika, zemklunika* [Strawberry, garden strawberry, zemklunika] / D. B. Shokaeva, A. A. Zubov // *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kultur* [Program and Methodology for Studying Varieties of Fruit, Berry and Nut Crops]. – Orel : Publishing house VNIISPK, 1999. – P. 417–443.

#### Информация об авторе:

**Зарипова Венера Мирхатовна** – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Уфимского федерального исследовательского центра РАН, <http://orcid.org/0009-0006-5498-9594> (450054, Российская Федерация, г. Уфа, пр-кт Октября, д. 71; e-mail: [kush\\_oph@mail.ru](mailto:kush_oph@mail.ru)).

#### About the author:

**Venera M. Zaripova** – Candidate of Sciences (Agriculture), Senior Researcher at the Bashkir Research Institute of Agriculture UFRS RAS; <http://orcid.org/0009-0006-5498-9594> (Bashkir Research Institute of Agriculture, Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 19 R. Zorge st., Ufa, the Republic of Bashkortostan, Russian Federation, 450054; e-mail: [kush\\_oph@mail.ru](mailto:kush_oph@mail.ru)).

#### Для цитирования:

Зарипова, В. М. *Фенология сортов земляники садовой в южной лесостепи Башкортостана* / В. М. Зарипова // *Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки»*. – 2024. – № 7 (73). – С. 58–61.

#### For citation:

Zaripova, V. M. *Fenologiya sortov zemlyaniki sadovoj v yuzhnoj lesostepi Bashkortostana* [Phenology of garden strawberry varieties in the southern forest-steppe zone of Bashkortostan] / V. M. Zaripova // *Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences"*. – 2024. – № 7 (73). – P. 58–61.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 28.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 28.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Использование регулятора роста растений рибав-экстра при укоренении клоновых подвоев груши и айвы одревесневшими черенками

И. В. Зацепина

Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина,  
Селекционно-генетический центр имени И. В. Мичурина,  
г. Мичуринск  
ilona.valerevna@mail.ru

### Аннотация

В данной работе демонстрируются результаты эксперимента, направленного на исследование уровня эффективности стимулятора роста рибав-экстра, которым обрабатывали подвои груши: ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333, Кавказская, К-1, К-2, 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II, и айвы – ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская, № 25, 40, 21, 31, 13 в целях их активного и быстрого укоренения. В дальнейшем черенки оставили для роста в целях изучения основных параметров растений: высоты роста, объема сформированной корневой системы, объема корневой шейки и т. д.

### Ключевые слова:

регулятор роста растений, клоновые подвои груши и айвы, одревесневшие черенки

### Введение

Сегодня проводится активная работа в разнообразных питомниках, цель которой – изучение влияния стимуляторов роста на различные сорта культур. В исследовании применяются различные подходы, в том числе и обработка посевного материала перед его высевом, внекорневая обработка уже дающих всходы растений. Многие эксперты, занятые в данной области, указывают, что благодаря стимуляторам роста, которыми обрабатывается материал, семена активно прорастают, дают быстрые всходы, у них повышаются устойчивость и адаптивность к условиям роста, корневая система и зеленая масса быстро растут и укрепляются. Кроме того, после пересадки сеянцев практически все быстро приживаются на новом месте роста [1–5].

Помимо этого, по мнению многих авторов исследований, обработанные стимуляторами растения более здоровы и способны активно расти длительный период, вне зависимости от негативного воздействия окружающей среды – засухи либо повышенной влажности на фоне продолжительной дождливой погоды. Сегодня можно выбирать самые разнообразные стимуляторы роста, но приоритет лучше отда-

## Use of the plant growth regulator Ribav-extra for rooting of woody cuttings of pear and quince clonal understocks

I. V. Zatsepina

Federal Science Centre named after I. V. Michurin,  
Breeding and Genetic Centre named after I. V. Michurin,  
Michurinsk  
ilona.valerevna@mail.ru

### Abstract

This article presents the study results on the application of the plant growth regulator Ribav-extra that helped rooting of woody cuttings of pear and quince clonal understocks. The study materials were pear clonal rootstocks – PG 12 (k), PG 2, PG 17-16, PG 333, Kavkazskaya (Caucasian), K-1, K-2, 4-26, 4-39, OHF 333, Piro II and quince forms – VA 29 (k), Severnaya, Provanskaya, Penzenskaya, № 25, № 40, № 21, № 31, № 13. Then, the study concerned the following parameters as rootstock height, cm, rooting degree, score, conditional root neck diameter, cm, root length, cm, number of roots, pcs.

### Keywords:

plant growth regulator, pear and quince clonal rootstocks, woody cuttings

вать экологически чистым и менее токсичным веществам, разработанным на растительной основе [6].

В нашей стране активно применяется широкий ассортимент стимуляторов, к ним относятся пестициды и агрономические химические средства, главный элемент которых – растительная хвойная основа, в частности, три-терпеновые кислоты, являющиеся эффективными активаторами роста и развития растений [7].

Рибав-экстра – очень хороший стимулятор роста растений, корнеобразователь. В его составе присутствуют природные биологически активные вещества, благодаря которым происходит быстрое развитие корневой системы, зеленой массы, улучшаются защитные свойства, а также повышаются адаптивность к любым условиям роста и уровень устойчивости к разным факторам воздействия. В комплекс полезных веществ средства входит и вытяжка из корней женьшеня, способствующая здоровью обрабатываемых растений [8].

Рибав-экстра обладает эффективным биологическим составом, благодаря которому посевной материал дает бы-

стрые и качественные всходы, развивает крепкую и здоровую корневую систему, активирует рост и развитие рассады любых сельскохозяйственных и садовых культур, даже относящихся к категории трудных, слабо дающих корневую систему и долго приживающихся в открытом грунте. Данный стимулятор роста помогает растениям наращивать здоровую зеленую массу в период вегетации, укрепляет их и повышает устойчивость к негативным воздействиям вредителей и заболеваний, погодных условий. Кроме того, биологический комплекс также помогает восстановлению растений после болезней и прочих проблем [там же].

Рибав-экстра демонстрирует эффективные результаты в работе с разнообразными культурами: начиная от продуктивных сельскохозяйственных и садовых и заканчивая декоративными растениями. Средство относится к доступной ценовой категории, обладает крайне эффективной результативностью, экологической безопасностью, считается одним из самых лучших как среди отечественных, так и иностранных аналогов с подобным спектром действия [там же].

## Материалы и методы

Работа проводилась в ФГБНУ «Федеральном научном центре имени И. В. Мичурина», в подразделении Селекционно-генетическом центре имени И. В. Мичурина с 2011 по 2023 г.

Материал для исследования – подвои груши и айвы, среди которых основными стали груши: ПГ 12 (к), ПГ 2, ПГ 17-16, ПГ 333, Кавказская, К-1, К-2, 4-26, 4-39, ОНФ 333, Piro II, и формы айвы – ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская, № 25, 40, 21, 31, 13. Основная цель данного эксперимента – изучить влияние стимулятора роста на такие параметры, как формирование корневой системы и быстроту ее разветвления, качество формируемой корневой шейки, уровень устойчивости растений к негативным факторам воздействия. В качестве средства обработки черенков мы выбрали рибав-экстра, который считается одним из самых результативных стимуляторов роста. Средство разбавляли водой в соотношении 1 мг на 10 л воды. Контрольная жидкость – обычная вода.

В ходе работы проводили высадку посадочного материала в виде одревесневших черенков. Посадки реализовывали в тепличные условия, конструкции теплиц – пленочные, внутри установлены системы распыления воды для поддержания необходимого уровня влажности.

Если применять данный подход высадки одревесневшего материала, то с его помощью высаживаются саженцы, полученные от побегов в данном сезоне с длиной черенка не более 15 см, со здорового растения. Процессы черенкования реализовывались каждую неделю в течение всего вегетационного периода в целях исследования воздействия этапа вегетации на процесс укоренения. Для осуществления эксперимента брали побеги со взрослых растений, которым исполнилось от 5 до 10 лет. Выбирали здоровые и крепкие растения, черенки нарезали с разными параметрами. Так, отбирали побеги с одним и несколькими междоузлиями, без нижних листьев. Черенки

нарезали стандартными методами посредством острого лезвия, благодаря чему весь посадочный материал был без повреждений. Основной посадочный материал брали из боковых отростков кроны взрослых растений. В качестве субстрата для высадки был выбран состав из песка с торфом в стандартном соотношении 1:1, при этом отростки наклоняли под углом около 45°, черенки высаживали на расстоянии 5 см друг от друга. В общей сложности высадили 120 черенков.

Посадочный материал, высаженный в пленочные теплицы, исследовали на всем протяжении периода укоренения и роста. В процессе работы применяли стандартную методику Н. Н. Коваленко (2011) [9]. Кроме того, изучались следующие параметры: время укоренения, длина укоряемых черенков, размеры корневой шейки, характеристики корневой системы и т. д. В ходе исследования также применялись разные программы, разработанные известными учеными [7], статистический анализ – согласно способу, разработанному Б. А. Доспеховой (1985) [11].

## Результаты и их обсуждение

Наиболее эффективные результаты эксперимента получены у растений, предварительно обрабатываемых рассматриваемым нами стимулятором роста. Посадочный материал – одревесневшие черенки груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2, данный показатель составлял от 71,9 до 78,9 %. Хорошим результатом укоренения (от 61,1 до 69,7 %) характеризовались формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская. Среднюю укореняемость продемонстрировали клоновые подвои груши ОНФ 333 – 57,6 %, Piro II – 54,3, а также формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13: укоренение варьировало от 50,0 до 57,6 %. У клоновых подвоев груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 укореняемость находилась в пределах от 31,1 до 39,8 % (рис. 1, 2).

Специалисты не применяли активатор роста, и некоторые растения, высаженные без обработки стимулятором, также показали эффективные результаты. В частности, это клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошо укоренились (от 52,1 до 58,4 %) формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская. У клоновых подвоев груши ОНФ 333 и Piro II укореняемость составила 47,6 и 44,3 % соответственно. Средней укореняемостью (от 30,0 до 36,5 %) обладали формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13, а клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 укоренились от 21,1 до 28,5 % (рис. 1, 2).

После того, как процесс укоренения был успешно пройден, эксперты оценили качество укоренения черенков айвы и груши.

Наибольшей высотой при использовании стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов (от 17,1 до 17,9 см) обладали клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошая высота подвоев отмечена у форм айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская, данный показатель составлял от 16,0 до 16,7 см. Среднюю высоту приростов имели клоновые подвои груши ОНФ 333 – 15,7 см, Piro II – 15,5 см. Низкой высотой приростов (от 14,0 до 14,7 см) характеризовались формы айвы № 25, 40, 21,

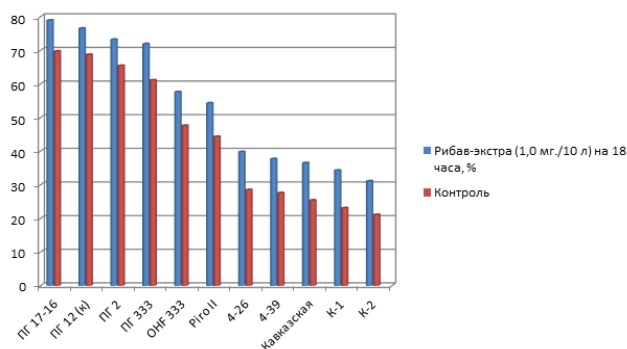


Рисунок 1. Укоренение одревесневших черенков клоновых подвоев груши с использованием стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов, %.

Figure 1. Rooting of woody cuttings of pear clonal understocks using plant growth stimulator Ribav-extra (1.0 mg/10 L) for 18 hours, %.

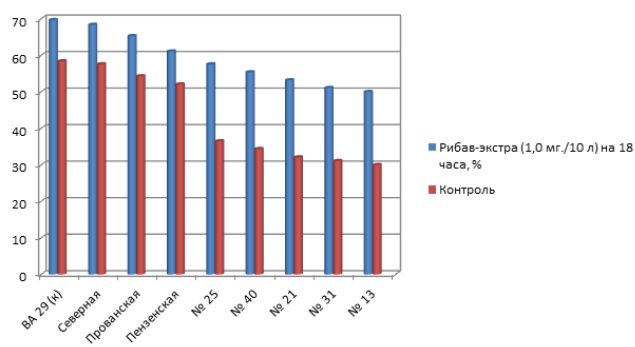


Рисунок 2. Укоренение одревесневших черенков форм айвы с использованием стимулятора роста растений рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов, %.

Figure 2. Rooting of woody cuttings of quince forms using plant growth stimulator Ribav-extra (1.0 mg/10 L) for 18 hours, %.

31, 13. У клоновых подвоев груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 длина приростов находилась в пределах от 12,1 до 12,9 см (таблица, фото).

Наибольшей степени корнеобразования при применении стимулятора роста растений рибав-экстра обладали клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2 и формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская – 5,0 баллов, хорошей степенью корнеобразования характеризовались клоновые подвои груши ОНФ 333 и Piro II – 4,0 балла, среднюю степень корнеобразования продемонстрировали клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2, а также формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13 – 3,0 балла (таблица).

Самые высокие результаты после применения стимулирующего средства дали клоновые подвои груши ПГ 17 16, ПГ 12 (к), ПГ 2 – 1,5 см, хороший диаметр условной корневой шейки был отмечен у клоновых подвоев груши ОНФ 333, Piro II – 1,4 см, средним диаметром условной корневой шейки обладали формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская – 1,3 см, низкий диаметр условной корневой шейки продемонстрировали клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 – 1,2 см, формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13 имели очень низкий диаметр условной корневой шейки, данный признак составлял – 1,1 см (таблица).

Наибольшая длина корней при обработке стимулятором роста растений рибав-экстра (от 12,0 до 12,7 см) была выявлена у клоновых подвоев груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошую длину корней (от 11,0 до 11,8 см) отмечали

## Биометрические показатели зеленых черенков груши и айвы при использовании стимулятора роста растений

### Biometric indicators of woody pear and quince cuttings when using the plant growth stimulator

Форма	Высота подвоя, см	Степень корнеобразования, балл	Диаметр условной корневой шейки, см	Корни	
				Длина, см	Количество, шт.
Рибав-экстра (1,0 мг/10 л) на 18 часов, %					
Груша					
ПГ 17-16	17,9	5,0	1,5	12,7	16,7
ПГ 12 (к)	17,5	5,0	1,5	12,4	16,4
ПГ 2	17,4	5,0	1,5	12,1	16,2
ПГ 333	17,1	5,0	1,5	12,0	16,0
ОНФ 333	15,7	4,0	1,4	10,8	14,6
Piro II	15,5	4,0	1,4	10,4	14,1
4-26	12,9	3,0	1,2	9,7	11,7
4-39	12,6	3,0	1,2	9,3	11,6
Кавказская	12,5	3,0	1,2	9,8	11,4
К-1	12,3	3,0	1,2	9,5	11,2
К-2	12,1	3,0	1,2	9,2	11,0
НСР <sub>05</sub>	1,8	0,8	0,09	1,8	1,7
Айва					
ВА 29 (к)	16,7	5,0	1,3	11,8	15,7
Северная	16,4	5,0	1,3	11,5	15,4
Прованская	16,1	5,0	1,3	11,2	15,1
Пензенская	16,0	5,0	1,3	11,0	15,0
№ 25	14,7	3,0	1,1	8,9	13,7
№ 40	14,4	3,0	1,1	8,7	13,5
№ 21	14,2	3,0	1,1	8,4	13,3
№ 31	14,1	3,0	1,1	8,3	13,3
№ 13	14,0	3,0	1,1	8,0	13,1
НСР <sub>05</sub>	1,7	0,9	0,08	1,4	1,6
Контроль					
Груша					
ПГ 17-16	15,8	4,0	1,4	11,8	14,8
ПГ 12 (к)	15,6	4,0	1,4	11,6	14,5
ПГ 2	15,2	4,0	1,4	11,3	14,2
ПГ 333	15,0	4,0	1,4	11,0	14,0
ОНФ 333	13,7	3,0	1,3	9,8	12,7
Piro II	13,4	3,0	1,3	9,3	12,1
4-26	11,7	2,0	1,0	8,6	9,8
4-39	11,4	2,0	1,0	8,4	9,6
Кавказская	11,1	2,0	1,0	8,2	9,4
К-1	11,1	2,0	1,0	8,0	9,1
К-2	11,0	2,0	1,0	8,0	9,0
НСР <sub>05</sub>	1,4	0,9	0,07	1,1	1,2
Айва					
ВА 29 (к)	14,8	4,0	1,2	10,7	13,7
Северная	14,4	4,0	1,2	10,5	13,4
Прованская	14,1	4,0	1,2	10,3	13,2
Пензенская	14,0	4,0	1,2	10,1	13,0
№ 25	12,7	2,0	1,0	7,7	11,8
№ 40	12,5	2,0	1,0	7,6	11,5
№ 21	12,3	2,0	1,0	7,3	11,4
№ 31	12,1	2,0	1,0	7,2	11,2
№ 13	12,0	2,0	1,0	7,0	11,0
НСР <sub>05</sub>	1,6	0,8	0,08	1,0	1,0



у форм айвы ВА 29 (к), Северной, Прованской, Пензенской. У клоновых подвоев груши ОНФ 333 и Piro II длина корней составляла 10,8 и 10,4 см. Средней длиной корней (от 9,2 до 9,7 см) обладали клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2. Формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13 длину корней имели от 8,0 до 8,9 см (см. таблицу).

При применении стимулятора роста растений рибав-экстра наибольшее количество корней (от 16,0 до 16,7 шт.) показали клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошим количеством корней (от 15,0 до 15,7 шт.) характеризовались формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская. Клоновые подвои груши ОНФ 333 и Piro II имели количество корней 14,6 и 14,1 шт. соответственно. Средним количеством корней (от 13,1 до 13,7 шт.) обладали формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13. У клоновых подвоев груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 количество корней составляло от 11,0 до 11,7 шт. (см. таблицу).

Продуктивные результаты от культур, не поддававшихся обработке препаратом, были получены в размере от 15,0 до 15,8 см у клоновых подвоев груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошая длина приростов была отмечена у форм айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская, данный показатель варьировал от 14,0 до 14,8 см. Средней длиной приростов обладали клоновые подвои груши ОНФ 333 – 13,7 см, Piro II – 13,4 см. Низкую длину приростов (от 12,0 до 12,7 см) продемонстрировали формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13. Низкой длиной приростов характеризовались клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2, данный показатель составлял от 11,0 до 11,7 см (см. таблицу).

Наибольшую степень корнеобразования без применения стимулятора роста растений продемонстрировали клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2 и формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская – 4,0 балла, хорошим корнеобразованием обладали клоновые подвои груши ОНФ 333, Piro II – 3,0 балла, среднее корнеобразование продемонстрировали клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 и формы айвы 25, 40, 21, 31, 13 – 2,0 балла (см. таблицу).

Наибольший диаметр условной корневой шейки без обработки стимулятором роста растений был отмечен у клоновых подвоев груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2 – 1,4 см, хорошим диаметром условной корневой шейки характеризовались клоновые подвои груши ОНФ 333, Piro II – 1,3 см, средний результат диаметра условной корневой шейки продемонстрировали формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская – 1,2 см, меньший показатель диаметра имели клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2, а также формы айвы 25, 40, 21, 31, 13 – 1,0 см (см. таблицу).

Наибольшей длиной корней без использования стимулятора роста растений (от 11,0 до 11,8 см) характеризовались клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошую длину корней продемонстрировали формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская, данный показатель составлял от 10,1 до 10,7 см. У клоновых подвоев груши ОНФ 333, Piro II длина корней варьировала – 9,8 см и 9,3 см

соответственно. Средняя длина корней (от 8,0 до 8,6 см) была отмечена у клоновых подвоев груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2. Низкой длиной корней обладали формы айвы № 25, 40, 21, 31, 13, данный показатель составлял от 7,0 до 7,7 см (см. таблицу).

Наибольшим количеством корней без применения стимулятора роста растений (от 14,0 до 14,8 шт.) характеризовались клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2. Хорошая длина корней (от 13,0 до 13,7 шт.) была отмечена у форм айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская. Среднее количество корней имели клоновые подвои груши ОНФ 333 – 12,7 шт., Piro II – 12,1 шт. У форм айвы № 25, 40, 21, 31, 13 количество корней составляло от 11,0 до 11,8 шт. Меньшим количеством корней (от 9,0 до 9,8 шт.) характеризовались клоновые подвои груши 4-26, 4-39, Кавказская, К-1, К-2 (см. таблицу).



А  
Б  
Фото. Клоновый подвой груши ОНФ 333: А – укорененный стимулятором роста растений (рибав-экстра); Б – без использования стимулятора роста растений.  
Photo. Pear clonal seedling stock ОНФ 333 rooted (А – with the plant growth stimulator Ribav-extra (1.0 mg/10 L) for 18 hours, % and Б – without plant growth stimulator).

## Заключение

В ходе проведения данной работы были получены следующие результаты. Так, нами доказано, что обработка рассматриваемым стимулятором роста растений дает положительные итоги: черенки остаются здоровыми и жизнеспособными на всем протяжении своего роста; объемы формируемой корневой системы быстро увеличиваются и разветвляются; растение обладает жизненной силой и высокой степенью устойчивости к негативному влиянию внешней среды и т. д. К примеру, одни из самых продуктивных результатов были получены от обработанных подвоев груши, в частности – ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2 дали удовлетворительные результаты.

Самый высокий объем прироста после обработки активатором роста дали клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2.

Кроме того, самая развитая корневая система после обработки препаратом и без его применения отмечалась у таких растений, как клоновые подвои груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2 и формы айвы ВА 29 (к), Северная, Прованская, Пензенская.

Помимо исследования качества формируемой корневой системы у рассматриваемых подвоев были изучены

и основные параметры корневой шейки, которые также показали высокую продуктивность: все растения (подвой груши ПГ 17-16, ПГ 12 (к), ПГ 2), обработанные активатором роста, показали эффективность роста и развития.

Рибав-экстра относится к группе универсальных и высокопродуктивных биологических комплексов, с помощью которых происходит активное образование корневой системы посевного материала, в том числе черенков различных садовых культур. С помощью средства происходит значительная активация образования и роста корневой системы, повышается устойчивость растений к стрессам, негативным внешним факторам, вредителям и заболеваниям. Особенность данного препарата заключается в том, что он обладает высокой эффективностью при минимальных дозах, поэтому никогда не вызывает повреждений посевного материала. При помощи средства происходит обработка семян сельскохозяйственных культур, садовых растений, а также декоративной группы деревьев и кустарников, многолетних и однолетних цветов. Кроме того, препарат способствует повышению качества растений, улучшает вкусовые параметры, что является экономически выгодным фактором, так как целевая аудитория предпочитает выбирать продукты с идеальными потребительскими параметрами. Рекомендуется применять средство также для восстановления растений после перенесенных заболеваний, повреждений вредителями и негативными погодными условиями – засухой, затяжными дождями, аномально низкими температурами и т. д. Помимо этого, препаратом можно обрабатывать раны на растениях, что вызывает активацию процессов регенерации, и клетки коры быстрее заживают, культура обработана против вредных микроорганизмов, защищена от гниения и высыхания. Благодаря столь широкому списку положительных качеств препарат становится все более популярным как в продуктивном, промышленном сельском хозяйстве, так и среди садоводов-любителей.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Галдина, Т. Е. Оценка влияния биостимуляторов на состояние и качество сеянцев ели европейской (*Picea abies*) / Т. Е. Галдина, К. В. Шевченко // IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум» 15 февраля – 31 марта 2012 г.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Москва. 2016. – URL : <http://www.agroxxi.ru/goshandbook>.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статобработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. / Б. А. Доспехов. – Москва : Колос, 1985. – 351 с.
4. Кириенко, М. А. Влияние концентрации стимуляторов роста на грунтовую всхожесть семян и сохранность сеянцев главных лесообразующих видов Средней Сибири / М. А. Кириенко, И. А. Гончарова // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 1. – С. 39–45.
5. Коваленко, Н. Н. Выращивание посадочного материала садовых культур с использованием зеленого черенкования: методические рекомендации / Н. Н. Коваленко. – Краснодар : СКЗНИИСИВ, 2011. – 54 с.
6. Пентелькина, Ю. С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Ю. С. Пентелькина. – Москва, 2003. – 24 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур; под общ. ред. : акад. РАСХН Е. Н. Седова, д-ра с.-х. наук Т. П. Огольцовой. – Орел : Издательство ВНИИСПК, 1999. – С. 34–47.
8. Устинова, Т. С. Влияние биостимуляторов на рост сеянцев сосны обыкновенной в Брянском округе зоны широколиственных лесов: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. Т. С. Устинова. – Брянск, 2000. – 23 с.
9. P. du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation [Text] // *Scientia Horticulturae*. 2015. 196. pp. 3–14.
10. Rajasekaran, L.R., Blake T.J. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings [Text] // *Journal of Plant Growth Regulation*. 1999. Vol. 18. № 4. pp. 175–181.
11. <https://flowersdreamc.ru/ribav-ehkstra>.

## References

1. Galdina, T. E. Otsenka vliyaniya biostimulyatorov na sostoyanie i kachestvo seyantsev yeli yevropeiskoi (*Picea abies*) [The impact assessment of bio-stimulants on the condition and quality of the European spruce (*Picea abies*) seedlings] / T. E. Galdina, K. V. Shevchenko // IV International Student Electronic Scientific Conference “Student Scientific Forum”, February 15 – March 31, 2012.
2. Gosudarstvennii katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennikh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii [State catalogue of pesticides and agrochemicals approved for use in the Russian Federation]. – Moscow, 2016. – URL: <http://www.agroxxi.ru/goshandbook>.
3. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opita (s osnovami statobrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)] / B. A. Dospekhov – 5th ed., revised and added. – Moscow : Kolos, 1985. – 351 p.
4. Kirienko, M. A. Vliyanie kontsentratsii stimulyatorov rosta na gruntovuyu vskhozhest semyan i sokhrannost seyantsev glavnikh lesoobrazuyushchikh vidov Srednei Sibiri [Effect of growth stimulant concentration on ground seed germination and seedling survival of the main forest-forming species of Central Siberia] / M. A. Kirienko, I. A. Goncharova // *Sibirskii lesnoi zhurnal* [Siberian Forest Journal]. – 2016. – № 1. – P. 39–45.
5. Kovalenko, N. N. Virashchivanie posadochnogo materiala sadovikh kultur s ispolzovaniem zelenogo cherenkovaniya: metodicheskie rekomendatsii [Growing planting material of horticultural crops using green cuttings: me-

- thodical recommendations] / N. N. Kovalenko. – Krasnodar : SKZNIISiV, 2011. – 54 p.
6. Pentelkina, Yu. S. Vliyanie stimulyatorov na vskhozhest semyan i rost seyantsev khvoinikh [Effect of stimulants on seed germination and growth of conifer seedlings]: extended abstract of Candidate's thesis (Agriculture), 06.03.01 / Pentelkina Yu. S. – Moscow, 2003. – 24 p.
  7. Programma i metodika sortoizucheniya plodovikh, yagodnikh i orekhoplodnikh kultur [Program and methodology of variety investigation of fruit, berry and nut crops] / ed. RAAS academician E. N. Sedov, Doctor of Agriculture T. P. Ogoltsova. – Orel : Izdatelstvo VNIISPK, 1999. – P. 34–47.
  8. Ustinova, T. S. Vliyanie biostimulyatorov na rost seyantsev sosni obiknovennoi v Bryanskom okruge zoni shirokolistvennikh lesov [Influence of bio-stimulants on the growth of Scots pine seedlings in the Bryansk District of the broadleaved forest zone]: extended abstract of Candidate's thesis (Agriculture), 06.03.01 / Ustinova T. S. – Bryansk, 2000. – 23 p.
  9. P. du Jardin. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation / P. du Jardin // Scientia Horticulturae. – 2015. – 196. – P. 3–14.
  10. Rajasekaran, L. R. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings / L. R. Rajasekaran, T. J. Blake // Journal of Plant Growth Regulation. – 1999. – Vol. 18. – № 4. – P. 175–181.
  11. <https://flowersdreamc.ru/ribav-ehkstra>.

#### Информация об авторе:

**Зацепина Илона Валериевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории генофонда Федерального научного центра имени И. В. Мичурина Селекционно-генетический центр – ВНИИГиСПР им. И. В. Мичурина (393760, Российская Федерация, г. Мичуринск, Тамбовская обл., ул. Мичурина, д. 30; e-mail: [ilona.valerevna@mail.ru](mailto:ilona.valerevna@mail.ru)).

#### About the author:

**Ilona V. Zatsepina** – Candidate of Sciences (Agriculture), Researcher at the Gene Pool Laboratory, Federal Scientific Centre named after I. V. Michurin (30 Michurin str., Michurinsk, Tambov Region, 393760 Russian Federation; e-mail: [ilona.valerevna@mail.ru](mailto:ilona.valerevna@mail.ru)).

#### Для цитирования:

Зацепина, И. В. Использование регулятора роста растений рибав-экстра при укоренении клоновых подвоев груши и айвы одревесневшими черенками / И. В. Зацепина // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 62–67.

#### For citation:

Zatsepina, I. V. Ispolzovanie regulatora rosta rastenij Ribav-ekstra pri ukorenenii klonovykh podvovov grushi i ajvy odrevesnevshimi cherenkami [Use of the plant growth regulator Ribav-extra for rooting of woody cuttings of pear and quince clonal understocks] / I. V. Zatsepina // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 62–67.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 29.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 29.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Проблемы сельскохозяйственного использования выработанных торфяно-болотных почв и их решение

В. Н. Ковшова

Кировская лугоболотная опытная станция,  
Кировская область, пос. Юбилейный  
valentina.kovshova@yandex.ru

### Аннотация

Приведены результаты длительных (50 лет) стационарных исследований по влиянию различного уровня минерального питания долголетнего злакового травостоя, расположенного на осушенном низинном выработанном торфянике, на изменение продуктивности агрофитоценоза, накопление подземной массы, плодородие почвы выработанного торфяника и сохранность органического вещества торфа. Установлено, что применение минерального удобрения способствует улучшению ботанического состава долголетнего злакового травостоя, повышению его продуктивности в 1,9–3,4 раза, накоплению подземной массы – в 1,7–3,0, закреплению в корнях азота – в 1,5–3,1, фосфора – в 2,5–5,7, калия – в 1,1–1,7 раза, что положительно влияет на воспроизводство плодородия торфяной почвы и ускоряет темпы накопления органического вещества торфа.

### Ключевые слова:

выработанный торфяник, минеральное удобрение, долголетний злаковый агрофитоценоз, сенокосное использование, продуктивность, подземная масса, плодородие почвы

### Введение

Проблема рационального использования торфяно-болотных почв и максимального сохранения природных запасов торфа неразрывно связана с разработкой наиболее эффективных направлений и приемов их использования.

Одним из возможных предназначений болотных почв является их применение для нужд сельского хозяйства. По характеру залежи торфяные месторождения делятся на верховые, переходные, смешанные и низинные, отличающиеся друг от друга по ряду критериев: происхождение, структура и состав, параметры минерального и водного питания. Ввиду наличия ряда преимуществ, в числе которых: благоприятная кислотно-щелочная реакция, большое количество азота, углерода и некоторых зольных элементов, предпочтение для сельскохозяйственного использования отдается низинным болотным почвам.

Низинный, хорошо разложившийся торф можно применять непосредственно в качестве удобрения, а также для

## Questions on the agricultural use of depleted peatlands and their solution

V. N. Kovshova

Kirov Meadow-Peatland Experimental Station,  
Kirov Region, Yubileiny settlement  
valentina.kovshova@yandex.ru

### Abstract

The article highlights the results of long-term (50 years) stationary studies on the influence of different-level mineral nutrition of perennial grass stand, which is located in a drained lowland depleted peatland, on the productivity of agrophytocenosis, accumulation of underground weight, soil fertility, and content of peat organic matter. The application of mineral fertiliser has been identified to improve the botanical composition of perennial grass stand, increase its productivity by 1.9–3.4, accumulation of underground weight by 1.7–3.0, root nitrogen fixation by 1.5–3.1, phosphorus by 2.5–5.7, potassium by 1.1–1.7 that improves the soil fertility of peat and accelerates the accumulation rate of peat organic matter.

### Keywords:

depleted peatland, mineral fertiliser, perennial cereal agrophytocenosis, hay use, productivity, underground weight, soil fertility

приготовления разнообразных компостов. Кроме того, торф может быть использован для подстилок скоту. Для удобрения не рекомендуется торф гипновых или сфагновых болот, поскольку он отличается слабой степенью разложения в почве и кислой реакцией, такое удобрение не принесет пользы урожаю кормовых культур. Этот торф можно использовать для выращивания ягодных культур, таких как голубика, морозника и др.

Мелиорированные торфяные месторождения, которые используются как угодья в сельском и лесном хозяйствах, образуют земельный фонд. Однако из-за несбалансированности элементов питания, жесткого температурного режима осушенных болот набор культур здесь крайне ограничен. Главный принцип мелиоративного земледелия – максимально щадящий режим использования торфяной залежи, в результате чего она может функционировать достаточно длительное время без видимых признаков

деградации. Так, по расчетам белорусских ученых, 1 м залежи торфяного слоя может хватить на 600 лет, если ее все это время использовать под лугом, если же под зерновыми, то – всего на 170 лет [1].

В Волго-Вятском регионе России зафиксировано приблизительно 500 тыс. га выработанных месторождений торфа, а по всей стране данный показатель соответствует значению 2,0 млн га [2]. По обеспеченности торфяными ресурсами Кировская область занимает одно из лидирующих мест и относится к территории интенсивного торфонакопления. Общее количество болот в рассматриваемом регионе составляет 2 тыс. В их число входит 10 болот общей площадью свыше 5 тыс. га каждое. Среди значительного количества вышедших из-под торфодобычи месторождений, площадь которых более 370 тыс. га, лишь менее половины (35 %) используется в сельскохозяйственном производстве [3]. В Кировской области встречаются все типы торфяной залежи; низинные – 57 %, верховые – 23, переходные – 10, смешанные – 10 %. Следует отметить, что осушенные низинные почвы представляют наибольшую значимость для хозяйственной деятельности. Данные угодья вполне могут быть использованы для выращивания достаточно больших урожаев различных сельскохозяйственных культур при условии проведения определенного набора работ культуртехнической и инженерно-технической направленности с целью возможности регулирования водного и пищевого режимов для повышения уровня плодородия почвы. Использование выработанных, фрезерным способом, площадей на торфяных месторождениях возможно только при наличии хорошо действующей осушительной сети, которая остаётся сельскохозяйственным и лесохозяйственным организациям при передаче выработанных площадей торфопредприятиями. Фрезерные поля – наиболее удобные площади для освоения, так как представляют собой ровные безпнистые участки, которые при незначительной планировке могут включаться в освоение. Хозяйственная ценность выработанных фрезерных полей определяется мощностью и свойствами оставшейся после выработки залежи торфа. Качественный состав, оставшейся торфяной залежи, и её свойства определяются водно-минеральным питанием торфяника, которые складываются в зависимости от условий его геоморфологического залегания [4]. Для обеспечения защиты органического вещества от быстрой минерализации, что характерно для пахотных площадей, а также в целях сохранения важных природных свойств выработанных торфяников, как указано в концепции использования последних, их следует применять для организации укосно-пастбищных травостоев, которые могут продуцировать на протяжении длительного периода времени. На сегодняшний день существует реальная угроза экологической устойчивости торфяных почв, что может в итоге привести к снижению его запасов, что является основным фактором плодородия указанных почв, а также к минерализации органического вещества. На данный момент есть реальная угроза экологической устойчивости торфяных почв, в связи с тем, что после осушения и добычи торфа они часто подвергаются водной и ветровой эрозиям, в результате которых созда-

ются условия к снижению запасов торфа, а также минерализации органического вещества, являющегося основным фактором плодородия торфяных почв. [5].

В настоящее время сложились две системы использования торфяных почв – полевое в севооборотах и под долголетние луговые угодья. Социально-экономические и экологические последствия этих систем неоднозначны. После установления факта «сработки», приводящей к уменьшению мощности органогенного слоя торфяных почв, критерием оценки эффективности их использования является не только уровень получаемой продукции, но и влияние этой системы на интенсивность убыли природных запасов органического вещества [6]. 105-летний опыт Кировской лугоболотной опытной станции по освоению и вовлечению обширных площадей болот, а позднее и выработанных торфяников в сельскохозяйственное производство убедительно доказал возможность возделывания многих сельскохозяйственных культур на торфяных и выработанных почвах при условии сохранения органического вещества этих почв.

Цель наших исследований – определить критерии и параметры управления экологически безопасными луговыми агроэкосистемами на осушенных низинных выработанных торфяниках, обеспечивающими производство высококачественных объемистых кормов, воспроизводство почвенного плодородия и сохранность органического вещества выработанных торфяников.

## Материалы и методы

Исследования проводили на осушенном низинном выработанном торфянике Кировской лугоболотной опытной станции, расположенной в Волго-Вятском экономическом районе Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Сеяный травостой создан в 1971 г. путем залужения травосмесью, состоящей из костреца безостого Моршанский 312 (10 кг/га), тимopheевки луговой – Позднеспелая ВИК (8 кг/га), и овсяницы луговой – Дединовская 8 (12 кг/га). Перед посевом трав внесены рекомендованные дозы удобрений: пиритный огарок 5 ц/га и по 60 кг/га действующего вещества (д. в.) азота, фосфора и калия.

В 1972 г. на созданном травостое был заложен опыт с минеральными удобрениями, где в течение 50 лет систематически вносили аммиачную селитру в дозах 60, 90, 120, двойной суперфосфат в дозах 30, 60 и хлористый калий в дозах 60, 120 кг д. в. на 1 га. Контроль осуществляли в трех уровнях, один из которых (без использования удобрений) являлся абсолютным для всех вариантов, два оставшихся ( $N_{120}P_{60}$  и  $P_{60}K_{120}$ ) предназначались для отслеживания эффективности от использования азота и калия.

Использование травостоя – двуукосное, на сено. Фосфорное удобрение вносили весной, в один прием, азотное и калийное – дробно, равными частями под каждый укос.

Почва опытного участка – осушенный выработанный низинный торфяник. Торф древесно-осоковый, слабо разложившийся, степень разложения в исходном состоянии 25–30 %, зольность – 8–10 %, близкий к слабокислой реакции (рН 5,5). Содержание азота – 1,84 %. Структура исследу-

дуемой почвы характеризуется невысоким уровнем содержания зольных элементов (P, K, Ca). Плотность – 0,200 г/см<sup>3</sup>. На опытном участке выработанного низинного торфяника отсутствует стабильность уровня грунтовых вод, в течение вегетационного периода он варьирует от 55 до 90 см.

Выполнение необходимых для исследований учетов и наблюдений производили в полном соответствии с положениями, разработанными и утвержденными луговодством ВИК. Процедуру обработки данных исследования осуществляли с привлечением пакета Excel, в качестве методов был избран анализ двух типов – статистический и регрессионный.

## Результаты и их обсуждение

Экспериментальные данные многолетних исследований показали, что в почве выработанного торфяника при долголетнем сенокосном использовании без удобрений отмечалось незначительное подкисление в слое 0–20 см (рН 5,4) и обогащение ее зольными элементами, что связано с минерализацией торфа, за счет поступления этих элементов с грунтовыми водами и после разложения растительных остатков, а также за счет аэрозольных источников с атмосферными осадками. К уменьшению уровня кислотности на 0,2–1,2 единиц, относительно показателей до начала эксперимента, привело использование азота, фосфора, калия в несбалансированных объемах. Поскольку имел место существенный вынос калия фитомассой, отмечалось снижение его содержания в слое почвы 0–20 см, несмотря на то, что почву дополнительно удобряли калием. При внесении умеренных доз калия (60–120 кг д. в. на 1 га) вынос этого элемента превышал его поступление с минеральным удобрением на 4–54 %. Зафиксировано повышение уровня содержания подвижного фосфора в 18–84 раза при внесении суперфосфата в дозах от 30 до 60 кг д.в. на 1 га в составе полного минерального удобрения. Вынос питательных веществ с урожаем по азоту составлял 65–83 %, по фосфору – 19–36 % от внесенного с минеральным удобрением.

Установлено, что важнейшими факторами повышения продуктивности долголетних травостоев, расположенных на осушенных низинных выработанных торфяниках, являются минеральные удобрения при уровне грунтовых вод 0,9–1,2 м. Регулирование водного режима выработанных торфяников играет важную роль в использовании элементов питания травостоями, формировании их ботанического состава и продуктивности. Так, при отсутствии внесения минерального удобрения и двуукосном скашивании формировался разнотравно-злаковый травостой пастбищного типа с продуктивностью 2,2–2,6 т/га сухого вещества (далее – СВ). Внесение полного минерального удобрения в дозах N<sub>60-120</sub>P<sub>30-60</sub>K<sub>60-120</sub>, а также двойных смесей в дозах

N<sub>120</sub>P<sub>60</sub> и P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> способствовало снижению доли разнотравья и повышению содержания ценных видов трав до 67–90 %, в том числе костреца безостого, являющегося доминирующим видом. При этом продуктивность травостоев повышалась в 1,9–3,4 раза (таблица).

### Накопление подземной массы и питательных веществ в ней в зависимости от уровня минерального питания долголетнего злакового сенокоса

#### Accumulation of underground weight and nutrients in it depending on the mineral nutrition level of perennial cereal hay-field

Удобрение за сезон	Средняя многолетняя урожайность травостоев, ц/га СВ	Подземная масса в слое 0–20 см, ц/га СВ	Подземная масса в % к контролю	КПД корней	Закрепление питательных веществ в подземной массе, кг/га		
					N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
Без удобрений	24,5	137	100	0,18	333,5	25,0	54,7
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub>	46,5	305	223	0,15	754,7	101,9	61,6
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	79,2	229	167	0,35	514,5	63,1	48,2
N <sub>120</sub> P <sub>30</sub> K <sub>120</sub>	69,8	343	250	0,20	846,9	82,3	84,4
P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	60,3	416	304	0,14	890,3	142,1	91,3
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	75,8	360	263	0,21	804,8	125,6	57,8
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	82,1	300	219	0,27	763,8	78,9	45,6
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	82,7	377	275	0,22	1042,5	113,9	49,5

Применение минеральных подкормок способствовало не только улучшению ботанического состава травостоя, повышению его продуктивности, но и ускорению дернообразовательных процессов, накоплению корневой массы, способной сдерживать процессы водной и ветровой эрозии торфяных почв. Средний вес корневой массы в травостое без применения удобрений за последние 20 лет отличался незначительно (137–140 ц/га СВ), это позволяет утверждать, что за предыдущие 30 лет пользования сенокосом сформировалась довольно мощная дернина и корневая система достигала равновесного состояния с закреплением в ней до 270–334 кг азота, 22–25 кг фосфора, 49–55 кг калия и 247–250 кг кальция. Систематические подкормки долголетних злаковых травостоев полным минеральным удобрением с дозой азота 60–120 кг д. в. на 1 га способствовали увеличению подземной массы в 1,7–2,8 раза. Повышенная интенсивность процесса кущения трав из группы злаковых и появление из узлов кущения молодых корней служили причиной повышения уровня подземной массы вследствие добавления удобрения на основе азота. Соответственно, с ростом подземной массы повышалось накопление в ней питательных веществ: азота – в 1,5–3,1 раза, фосфора – в 2,5–5,7 раза по сравнению с контролем (без удобрений). В связи с подвижностью элемента калия и большим выносом его с отчуждаемой фитомассой, закрепление калия в корнях растений находилось в пределах 46–91 кг/га.

Установлен весьма высокий уровень продуктивного действия корней, представляющего собой соотношение урожайности с массой подземных органов. Рассмотренное понятие было введено в 1972 г. И. П. Мининой. Применение полного минерального удобрения в различных соотношениях и дозах повышало коэффициент полезного действия (далее – КПД) корней в 1,2–1,9 раза, что указывает на поло-

жительное действие минерального удобрения, проявляющееся в увеличении не только подземной массы, но и повышении урожайности надземной массы в 2,8–3,4 раза.

При внесении двойных смесей минерального удобрения в дозах  $N_{120}P_{60}$  и  $P_{60}K_{120}$  отмечалось увеличение подземной массы в 2,2–3,0 раза по сравнению с контролем. Однако КПД корней при этом снижался до 0,14–0,15, что связано с ухудшением минерального питания растений. Такая закономерность на долголетних сенокосах и пастбищах установлена ранее другими авторами [8, 9], при ухудшении условий произрастания многие травянистые растения развивают более мощную корневую систему, что приводит к удлинению их жизни и сочетается со снижением их продуктивности. Это указывает на то, что пищевой режим играет огромную роль в формировании не только продуктивности, но и дернообразовательных процессов долголетних злаковых травостоев. Увеличение подземной массы, соответственно, повлияло на накопление питательных веществ в ней: по сравнению с неудобренным травостоем, содержание азота повышалось в 2,3–2,7 раза, фосфора – в 4,1–5,7, калия – в 1,2–1,7 раза.

Количество корневой массы в почве распределялось неравномерно: основная масса располагалась в слое 0–20 см (87–93 %), в слое 20–40 см – только 7–13 %. Причиной именно такого разделения служили особенности расположения корневой массы, находящейся в более плодородном слое. Кроме этого, сказались и специфика процесса образования почвы на территории лесной зоны.

Избежать потери питательных веществ с дренажными водами, повышенного уровня минерализации органического вещества и, так называемой, «сработки» торфа удавалось за счет формирования большой корневой системы луговых трав и дернообразовательных процессов, которые положительно влияют на водостойкость торфяной почвы и повышают уровень её плодородия, главным образом благодаря накоплению органического вещества. К факторам, влияющим на указанный процесс, относят изменения верхнего слоя торфа по уровню плотности и накопления подземной массы фитоценозом. Отмечалось стабильное снижение запаса органического вещества в почве сенокоса при отсутствии удобрения, каждый год на 15 %, в связи с рыхлой и небольшой корневой системой дикорастущих луговых трав. Убыль органического вещества, по сравнению с исходным состоянием, под влиянием этих двух основных процессов достигала 2,8–3,0 т/га в год (рисунок).

Средний уровень накопления органического вещества в низинном выработанном торфянике на протяжении года осуществлялся в достаточно быстром темпе, чему способствовало продуктивное действие корней, вызванное воздействием минерального удобрения, что и ускоряло рассматриваемый процесс. Систематическое применение минерального удобрения в несбалансированных дозах способствовало повышению запаса органического вещества в почве только на 0,5–0,8 т/га в год к исходному уровню. При применении минерального удобрения в оптимальных дозах ( $N_{90-120}P_{60}K_{120}$ ) установлено максимальное накопление органического вещества – 3–4 т/га в год. Кроме того, установлена высокая экономическая эффек-

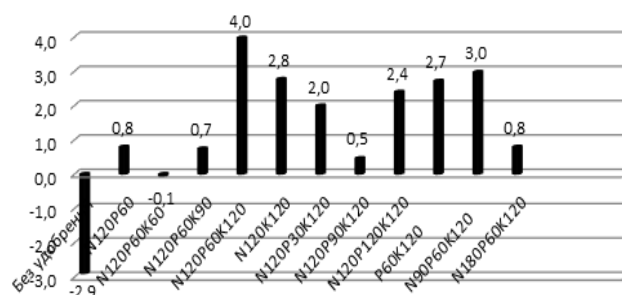


Рисунок. Среднегодовое накопление органического вещества (т/га) в почве выработанного низинного торфяника.

Figure. Average annual accumulation of organic matter (t/ha) in the soil of depleted lowland peatland.

тивность применения полного минерального удобрения в этих дозах для стабильного повышения продуктивности долголетних злаковых агроэкосистем до 7,8–8,2 т по сбору сухого вещества, 5,8–6,0 тыс. кормовых единиц, 77–80 ГДж обменной энергии (далее – ОЭ), 10–12 ц сырого протеина (далее – СП) с 1 га площади, при окупаемости 1 кг вносимого минерального удобрения 10–12 кормовыми единицами, 134–142 МДж ОЭ и 1,7–2,4 кг СП.

Таким образом, разработанные агротехнические приемы минерального удобрения долголетних злаковых травостоев на осушенных низинных выработанных торфяниках позволяют не только повышать устойчивость продуктивности кормовых агроэкосистем, но и обеспечивают сохранность органического вещества выработанных торфяных почв, повышают воспроизводство их плодородия при достаточно высокой окупаемости вносимого минерального удобрения.

## Выводы

1. Сельскохозяйственное использование осушенных выработанных торфяных почв отвечает требованию рационального расходования естественных запасов органического вещества торфа и соответствует правильному набору сельскохозяйственных культур, возделывание которых предполагает интенсификацию производства растениеводческой продукции с минимальными потерями органического вещества органогенных почв. Выработанные торфяники с неблагоприятным водно-воздушным режимом следует отводить только под луга длительного пользования с залужением влаголюбивыми травами.

2. При луговом использовании выработанной торфяной залежи в условиях умеренного увлажнения и оптимального режима питания растений обеспечивается хорошая сохранность органического вещества почвы, повышается ее плодородие. Анализ накопления органического вещества в почве низинного выработанного торфяника раскрывает стимулирующую роль минерального удобрения в повышении среднегодовых темпов накопления органического вещества до 3–4 т/га и снижении процессов его минерализации.

3. Применение минерального удобрения на долголетних агрофитоценозах, расположенных на осушенном низинном выработанном торфянике способствует не только повышению урожайности надземной массы в 1,9–3,4 раза,

накоплению подземной массы в 1,7–3,0 раза, но и увеличению запаса в подземной массе азота в 1,5–3,1 раза, фосфора – в 2,5–5,7, калия – в 1,1–1,7 раза.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### Источники и литература

1. Белковский, В. И. Использование и охрана торфяных комплексов в Белоруссии и Польше / В. И. Белковский, А. П. Лихацевич, А. С. Мееровский [и др.]. – Минск, 2002. – 280 с.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. – Москва : Росреестр, 2020. – 206 с.
3. Егорова, Н. Ю. Новые местонахождения редких и нуждающихся в охране сосудистых растений выработанных торфяных месторождений (Кировская область) / Н. Ю. Егорова, Т. Л. Егошина // Самарский научный вестник. – 2018. – Т. 7, № 3 (24). – С. 35–40.
4. Косолапов, В. М. Многовариантные ресурсосберегающие технологии создания сеяных сенокосов и пастбищ на мелиорированных торфяниках по зонам страны: рекомендации / В. М. Косолапов [и др.]. – Москва : ФГУ РЦСК, 2010. – 30 с.
5. Кутузова, А. А. Новый метод оценки луговых агроэкосистем / А. А. Кутузова, Л. С. Трофимова, Е. Е. Проворная // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству. – Москва, 2011. – С. 128–163.
6. Кутузова, А. А. Значение луговых агроэкосистем в современном земледелии и животноводстве / А. А. Кутузова // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – Москва, 2002. – № 3. – С. 30–33.
7. Минина, И. П. Луговые травосмеси / И. П. Минина. – Москва : Издательство «Колос», 1972. – С. 75–76.
8. Работнов, Т. А. Луговедение: учебник, 2-е издание. – Москва : Издательство МГУ, 1984. – С. 9–11.
9. Смелов, С. П. Теоретические основы луговодства / С. П. Смелов. – Москва : Издательство «Колос», 1966. – 365 с.

### References

1. Belkovsky, V. I. Ispolzovanie i ohrana torfyanyh kompleksov v Belorusii i Polshe [The use and protection of peat

- complexes in Belarus and Poland] / V. I. Belkovsky, A. P. Likhatchevich, A. S. Meerovsky [et al.]. – Minsk, 2002. – 280 p.
2. Gosudarstvennyj (nacionalnyj) doklad o sostoyanii i ispolzovanii zemel v Rossijskoj Federacii v 2019 godu [The state (national) report on the condition and use of lands in the Russian Federation in 2019]. – Moscow : Rosreestr, 2020. – 206 p.
3. Egorova, N. Yu. Novye mestonahozhdeniya redkih i nuzhdayushchihya v ohrane sosudistyh rastenij vyrabotannyh torfyanyh mestorozhdenij (Kirovskaya oblast) [New locations of rare and threatened vascular plants of depleted peat deposits (Kirov Region)] / N. Yu. Egorova, T. L. Egoshina // Samara Scientific Bulletin. – 2018. – Vol. 7, № 3 (24). – P. 35–40.
4. Kosolapov, V. M. Mnogovariantnye resursovberegayushchie tekhnologii sozdaniya seyanyh senokosov i pastbishch na meliorirovannyh torfyanikah po zonam strany. Rekomendatsii [Multivariate resource-saving technologies for creating seeded hay-fields and pastures in reclaimed peatlands by country zones. Recommendations] / V. M. Kosolapov [et al.]. – Moscow : Federal State University of the Russian Federation, 2010. – 30 p.
5. Kutuzova, A. A. Novyj metod ocenki lugovyh agroekosistem [A new method for assessing meadow agroecosystems] / A. A. Kutuzova, L. S. Trofimova, E. E. Nimble // Programma i metodika provedeniya nauchnyh issledovaniy po lugovodstvu [The Program and Methodology of Scientific Research on Meadow Farming]. – Moscow, 2011. – P. 128–163.
6. Kutuzova, A. A. Znachenie lugovyh agroekosistem v sovremennom zemledelii i zhivotnovodstve [The importance of meadow agroecosystems in modern agriculture and animal husbandry] / A. A. Kutuzova // Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences. – Moscow, 2002. – № 3. – P. 30–33.
7. Minina, I. P. Lugovye travosmesi [Meadow mixed grasses] / I. P. Minina. – Moscow : Kolos, 1972. – P. 75–76.
8. Rabotnov, T. A. Lugovedenie: uchebnik [Meadow science: Textbook], 2nd edition. – Moscow : MSU Publishing House, 1984. – P. 9–11.
9. Smelov, S. P. Teoreticheskie osnovy lugovodstva [Theoretical bases of grass farming] / S. P. Smelov. – Moscow : Kolos, 1966. – 365 p.

### Информация об авторе:

**Ковшова Валентина Николаевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь, ведущий научный сотрудник Кировской лугоболотной опытной станции – филиала Федерального научного центра кормопроизводства и агроэкологии имени В. Р. Вильямса (612097, Российская Федерация, Кировская обл., Орчевский р-н, пос. Юбилейный, д. 33; e-mail: valentina.kovshova@yandex.ru).

### About the author:

**Valentina N. Kovshova** – Candidate of Sciences (Agriculture), Scientific Secretary, Leading Researcher at the Kirov Meadow-Peatland Experimental Station – Division of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Centre for



Forage Production and Agroecology named after V. R. Williams" (33 Yubileiny settlement, Orichevskiy District, Kirov Region, 612097 Russian Federation; e-mail: valentina.kovshova@yandex.ru).

**Для цитирования:**

Ковшова, В. Н. Проблемы сельскохозяйственного использования выработанных торфяно-болотных почв и их решение / В. Н. Ковшова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 68–73.

**For citation:**

Kovshova, V. N. Problemy selskohozyajstvennogo ispolzovaniya vyrabotannyh torfyano-bolotnyh pochv i ih reshenie [Problems of agricultural use of depleted peatlands and their solution] / V. N. Kovshova // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 68–73.

Дата поступления статьи: 09.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 09.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Изучение селекционного материала *Phalaris arundinacea* по основным хозяйственно ценным признакам

Т. В. Косолапова, А. Г. Тулинов

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
kosolapova.niish@mail.ru

### Аннотация

В статье представлены результаты трехлетнего изучения сортообразцов двукисточника тростникового (*Phalaris arundinacea*) различного эколого-географического происхождения по основным хозяйственно ценным признакам. Отмечены популяции в качестве исходного материала для создания сорта – СН 31, СН 73 и СН 186, характеризующиеся высокой зимостойкостью, устойчивостью к стрессовым условиям, превышающие стандарт по урожайности сухого вещества на 31,9–46,2 %, семян – на 14,4–19,7 %. Выделенные перспективные образцы по кормовой и семенной продуктивности, высоте растений, облиственности и другим параметрам могут быть использованы как генетические источники признаков в селекционном процессе получения сортов для почвенно-климатических условий Севера.

### Ключевые слова:

сортообразцы, двукисточник тростниковый, кормовая и семенная продуктивность, облиственность, сухое вещество

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности, действующей в Российской Федерации, остро стоит вопрос о решении задач, связанных с приоритетным направлением развития страны в области животноводства и обеспечением населения качественными продуктами питания. В современных реалиях сельскохозяйственная продукция должна обладать высокой конкурентоспособностью, что позволит вытеснить импорт и в дальнейшем обеспечит продовольственную безопасность. Решение этой проблемы возможно на основе укрепления кормовой базы как за счет улучшения естественных кормовых угодий, так и создания высокопродуктивных долголетних искусственных лугов. Кормопроизводство в Республике Коми, составляющее основу развития животноводства, носит неустойчивый характер. В настоящее время посевы многолетних трав занимают в регионе 26,9 тыс. га. Из них первого-третьего года пользования около 30 %, остальные – старовозрастные травосмеси с низкой продуктивностью [1]. Поскольку площади естественных лугов,

## Evaluation of *Phalaris arundinacea* breeding material by the main economically valuable traits

T. V. Kosolapova, A. G. Tulinov

Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar  
kosolapova.niish@mail.ru

### Abstract

The article presents three-year-long observation results of *Phalaris arundinacea* variety samples of different ecological and geographical origin analyzed by the main economically valuable traits. We have identified populations that can be used as a source material for creating the varieties CH 31, CH 73, and CH 186 and are characterized by high winter hardiness, resistance to stress conditions, exceeding the standard for dry matter yield by 31.9–46.2 %, seeds – by 14.4–19.7 %. The selected promising samples for forage and seed productivity, plant height, foliage and other parameters can be used as genetic sources of traits in the selection process for obtaining new varieties for the soil and climatic conditions of the North.

### Keywords:

variety samples, *Phalaris arundinacea*, forage and seed productivity, foliage, dry matter

играющих существенную роль в обеспечении кормами животноводства, большей частью сильно разбросаны и имеют низкую продуктивность, необходимо создание сеянных высокопродуктивных лугов.

Перспективным для возделывания является двукисточник тростниковый, как культура разностороннего использования, способная формировать высокую продуктивность, в отличие от других злаков, на освоенных торфяниках, низкопродуктивных лугах, переувлажненных землях [2]. Для Республики Коми и других северных регионов страны, характеризующихся особыми «северными» почвенно-климатическими условиями, необходимо создание специальных устойчивых и высокопродуктивных сортов для расширения посевов и улучшения кормовой базы отрасли животноводства.

В системе кормопроизводства ведущая роль принадлежит селекции многолетних трав, целью которой является создание высокоурожайных сортов. Основа любого селекционного процесса – это наличие исходного материала

с широкой генотипической переменчивостью по основным хозяйственно ценным признакам [3].

Цель данного исследования – изучение популяций двукисточника тростникового различного эколого-географического происхождения и выделение из них наиболее ценных образцов по урожайности зеленой массы и сухого вещества, семян, интенсивности отрастания, облиственности, устойчивости к полеганию и другим признакам.

## Материалы и методы

Основным методом исследования является полевой опыт, заложенный на экспериментальном участке Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар) – 61°40' с. ш., 50°49' в. д. В рамках работы было изучено пять селекционных образцов двукисточника тростникового, представляющих различные эколого-географические группы: СН 31 и СН 115 получены от дикорастущих популяций, отобранных на территории Республики Коми, СН 73 – от местных дикорастущих образцов, СН 62 – популяция из Канады, СН 186 – Карельская популяция. В качестве контрольного образца был выбран районированный и рекомендованный к выращиванию на территории республики сорт Первенец.

Площадь учетной делянки составила 10 м<sup>2</sup>, с четырехкратной повторностью и рандомизированным размещением вариантов. Почва на опытном участке представлена дерново-подзолистой группой, по механическому составу среднесуглинистого типа, с высокими содержаниями подвижного фосфора, обменного калия и гумуса, достигающим 4 %. Агротехнические приемы соответствуют общепринятым нормам для данной зоны выращивания сельскохозяйственных культур [4].

Полевые учеты, наблюдения и оценку хозяйственно ценных признаков двукисточника тростникового проводили в соответствии с методическими рекомендациями [5]. Статистическую и математическую обработки результатов, полученных в ходе исследования, осуществляли на персональном компьютере с использованием пакета анализа данных в программе Microsoft Office Excel 2007 согласно установленной методике [6].

В процессе научно-исследовательской работы были зафиксированы различия в погодных условиях, наблюдавшихся в течение вегетационного периода растений, по сравнению со средними многолетними показателями осадков и температуры воздуха. Это позволило комплексно оценить и сопоставить параметры роста, развития кормовой и семенной продуктивности двукисточника тростникового в условиях неблагоприятной внешней среды.

## Результаты и их обсуждение

Начало весеннего отрастания образцов двукисточника тростникового отмечено в первой декаде мая. На 20-й день отрастания в фазу кущения селекционные номера по высоте побегов не различались между собой, а из-за сложившихся погодных условий в мае различались по годам исследований. Так, в первый год опыта высота побегов

составила 37–40 см, во второй – от 59 до 61 см, на третий год – 26–30 см.

По наступлению фаз развития селекционные номера отличались незначительно. Канадская (СН 62) и Карельская (СН 186) популяции отставали в среднем на три-четыре дня. Периоды «отрастание – колошение» составлял 41–49 дней при сумме положительных температур 495–540 °С; «колошение – цветение» – 10–16 дней при 232–140 °С; «цветение – созревание семян» – 17–22 дня при 320–424 °С. Перезимовка всех образцов прошла хорошо, зимостойкость оценена в 5 баллов. В годы пользования все изучаемые образцы и стандартный сорт Первенец высоко оценены по интенсивности отрастания весной и после укосов.

В фазу полного колошения проведен учет по урожайности зеленой массы, сухого вещества. В табл. 1 приведена структура урожая сорта стандарта Первенец и изучаемых селекционных номеров двукисточника тростникового.

Таблица 1  
Структура урожая образцов двукисточника тростникового  
Table 1  
Yield structure of *Phalaris arundinacea* samples

Сорт, селекционный номер	Урожайность, т/га						Облиственность, %
	Зеленая масса			Сухое вещество			
	Среднее	±к st	% к st	Среднее	±к st	% к st	
с. Первенец, st	22,1	0	100,0	6,0	0	100,0	30,0
СН 31	29,1	7,0	131,0	8,5	2,5	142,0	26,0
СН 62	21,2	-0,9	96,1	5,8	-0,1	97,5	24,4
СН 73	27,3	5,2	123,5	7,9	1,9	131,9	29,2
СН 115	21,9	-0,2	99,0	6,2	0,2	103,4	31,6
СН 186	31,4	9,3	142,0	8,7	2,8	146,2	32,2
НСР <sub>05</sub>	2,1	-	-	1,3	-	-	-

Примечание. Здесь и в табл. 2: «-» – для данных показателей НСР не рассчитывали.

Note. Here and in Table 2: “-” no data.

В среднем за годы изучения урожайность зеленой массы и сухого вещества у двух номеров СН 62 (Канада) и СН 115 (Республика Коми) находилась на уровне сорта Первенец (22,1 и 6,0 т/га) и составила 21,2–21,9 и 5,8–6,2 т/га. По данным признакам следует отметить выделившиеся образцы СН 31 (дикорастущая популяция Республики Коми), СН 73 (отбор из дикорастущих образцов Республики Коми) и СН 186 (карельская популяция). Самая высокая урожайность зеленой массы получена у СН 186 (42,0 % к стандарту); сухого вещества – у СН 31 и СН 186 (соответственно 42,0–46,2 % к стандарту) (рис. 1).

За время изучения облиственность по номерам варьировала от 24,4 до 32,2 %. По данному показателю селекционные номера СН 31 и СН 62 уступали стандарту от 4,0 до 5,4 %, остальные номера были с ним практически равноценны.

В годы исследований отмечено интенсивное кущение растений двукисточника тростникового (рис. 2).

В первый год пользования наибольшее число побегов на 1 м<sup>2</sup> сформировали СН 73 (отбор из дикорастущих образцов Республики Коми) и СН 186 (карельская популяция),

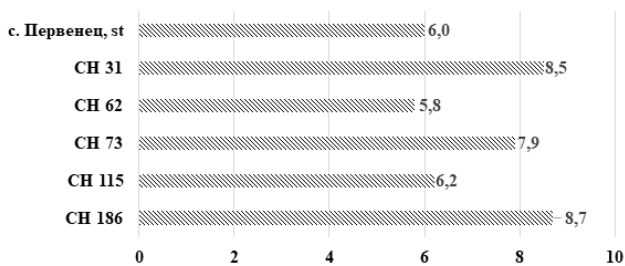


Рисунок 1. Урожайность сухого вещества, т/га.  
Figure 1. Dry matter yield of, t/ha.

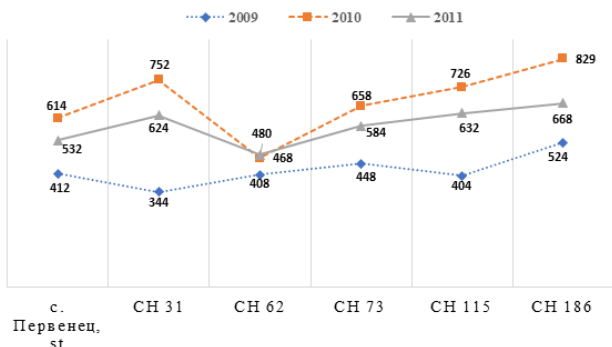


Рисунок 2. Число побегов селекционных номеров двукисточника тростникового, шт./м².  
Figure 2. Number of shoots for selection numbers of *Phalaris arundinacea*, pcs./m².

которые имели на 36–112 побегов больше стандарта, существенно меньше имел СН 31–344 шт./м², уступая стандарту 68 побегов.

На второй год пользования отмечено интенсивное кущение у СН 31 (дикорастущая популяция Республики Коми), количество побегов на единицу площади увеличилось в 2,1 раза, у остальных номеров – в 1,2–1,8. Следует отметить, что густота травостоя – это основа высокой продуктивности урожая и долголетия.

Однако на третий год пользования отмечено некоторое снижение интенсивности побегообразования. Более изреженными оказались номера СН 31 и СН 186, которые в предыдущем году имели максимальное количество побегов, сформировав их меньше на 210–161 шт. соответственно.

По густоте травостоя на уровне прошлых лет исследований оказался селекционный номер СН 62 (канадская популяция). Практически равноценную густоту травостоя с сортом Первенец имели номера СН 73 и СН 115.

В фазу колошения проведен морфологический анализ изучаемых номеров двукисточника тростникового. Высота генеративных побегов в первый год пользования составила по образцам 116–137 см, сорт стандарт Первенец – 131 см. Наиболее низкие побеги отмечены у образца Канадской популяции, уступив стандарту 15 см. По числу междоузлий и листьев селекционные номера не различались, толщина сформированных стеблей изучаемых образцов составила от 3,0 до 4,5 мм. По цвету междоузлий, особенно в верхней части стебля, номера характеризовались как однотипные, со слабой коричневой окраской. Более широкими листьями отличились образцы СН 186 и СН 115 (соответственно 25×1,1 и 26×1,3 см), у стандарта – 23×1,1 см.

Двукисточник тростниковый, как злак озимого типа развития, в год посева не формирует генеративные побе-

ги, более того, на второй год жизни наблюдается слабая репродуктивная способность. Полного развития достигает на третий–четвертый годы жизни.

В наших исследованиях в первый год пользования изучаемые номера сформировали низкую урожайность семян – от 0,23 до 0,46 ц/га, стандарт – 0,38 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность семян образцов двукисточника тростникового

Table 2

Seed yield of *Phalaris arundinacea* samples

Сорт, селекционный номер	Урожайность семян, ц/га						Высота, см
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	среднее	±k st	% k st	
с. Первенец, st	0,38	1,9	1,7	1,32	0	100,0	135,0
СН 31	0,46	1,7	1,7	1,28	-0,04	96,9	140,2
СН 62	0,23	1,7	2,1	1,34	0,02	100,0	137,9
СН 73	0,34	2,0	2,4	1,58	0,26	119,7	146,4
СН 115	0,26	1,6	2,1	1,32	0	100,0	139,4
СН 186	0,44	2,1	2,0	1,51	0,19	114,4	136,2
НСП <sub>05</sub>	0,08	0,1	0,2	0,1	-	-	1,5

Проведя биометрический анализ исследуемых номеров, следует отметить образцы из Республики Коми, выделившиеся по количеству полноценных, выполненных семян соцветия – 58–86 шт., у Карельской популяции и сорта Первенец данный показатель составил 71 шт., что составило 54,4–68,2 %. По весу 1 тыс. семян более крупные сформировали селекционные номера коми популяции – от 1,1 до 1,3 г, тогда как максимальный вес семян 1,4 г получен у образца из Карелии (СН 186).

На второй год пользования число выполненных семян в соцветии увеличилось у всех образцов в два и более раза, у сортообразца СН 115 – в 1,3. Лучшие показатели по параметру семенной продуктивности имели соцветия СН 31, СН 73 (коми популяция) и СН 186 (карельская популяция). Получен высокий урожай семян – от 1,6 до 2,1 ц/га. Повышение урожайности семян связано с увеличением числа репродуктивных побегов на единицу площади в 1,5–2,0 раза по сравнению с предыдущим годом.

На третий год пользования наблюдали увеличение семян в соцветии. Семена сформировались мелкие, весом 0,8–0,9 г (1 тыс. семян), а урожайность оказалась выше – 2,0–2,4 ц/га. По данному признаку все образцы превосходили стандарт, кроме СН 31, который имел равноценный сбор семян со стандартом Первенец – 1,7 ц/га. Увеличение урожайности семян обусловлено большим числом репродуктивных побегов в травостое и благоприятными погодными условиями.

В результате трехлетних исследований наибольший процент недозревших семян из-за неравномерного созревания сформировал сорт Первенец, а по всхожести семян все селекционные номера были одинаковыми (от 81 до 86 %).

По урожайности семян выделены изучаемые номера СН 73 (коми популяция) и СН 186 (карельская популяция), которые превысили стандарт в среднем за три года на 14,4–19,7 %. Остальные селекционные номера были на уровне стандарта, что свидетельствует об улучшении дан-

ного признака у изучаемых номеров по сравнению с исходным дикорастущим материалом. Высота растений при семенном использовании колебалась от 135,0 до 146,4 см.

## Заключение

Таким образом, из пяти изученных сортообразцов двукисточника тростникового по параметрам кормовой и семенной продуктивности отобраны три – СН 31, СН 73 и СН 186, полученные из местной и Карельской популяций, с высокой зимостойкостью и устойчивостью к стрессовым условиям Республики Коми. Номера превзошли сорт стандарт Первенец по урожайности семян и сухого вещества на 14,4–19,7 и 31,9–46,2 % соответственно и могут быть рекомендованы в качестве исходного материала при проведении дальнейшей селекционной работы или получении сорта, адаптированного к почвенно-климатическим условиям Севера. Были проведены отборы ценных образцов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Косолапова, Т. В. Хозяйственно-биологическая и адаптивная оценка перспективных образцов двукисточника тростникового в условиях Севера / Т. В. Косолапова, А. Г. Тулинов // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2020. – № 4 (33). – С. 11–16.
2. Моторин, А. С. Влияние состава травосмесей и минеральных удобрений на урожайность многолетних трав на торфяных почвах / А. С. Моторин // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 10 (187). – С. 65–71.
3. Найдович, В. А. Селекция и семеноводство многолетних трав: прошлое и современное состояние / В. А. Найдович, Т. Н. Попова, П. А. Кузнецов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 41–44.
4. Косолапов, В. М. Справочник по кормопроизводству / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов. – Москва : Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.
5. Косолапов, В. М. Методические указания по селекции многолетних злаковых трав / В. М. Косолапов, С. И. Ко-

стенко, С. В. Пилипко [и др.]. – Москва : РГАУ-МСХА, 2012. – 52 с.

6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## References

1. Kosolapova, T. V. Khozyaystvenno-biologicheskaya i adaptivnaya otsenka perspektivnykh obraztsov dvukistochnika trostnikovogo v usloviyakh severa [Economic-biological and adaptive assessment of perspective samples of reed canary grass in the conditions of the north] / T. V. Kosolapova, A. G. Tulinov // Agrarian Bulletin of the Upper Volga Region. – 2020. – № 4 (33). – P. 11–16.
2. Motorin, A. S. Vliyanie sostava travosmesey i mineralnykh udobreniy na urozhaynost mnogoletnikh trav na torfyanykh pochvakh [Effects of composition of grass mixtures and mineral fertilizers on yield of perennial grasses on peat soils] / A. S. Motorin // Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University. – 2022. – № 10 (187). – P. 65–71.
3. Naydovich, V. A. Seleksiya i semenovodstvo mnogoletnikh trav: proshloe i sovremennoe sostoyanie [Selection and seed production of perennial grasses: past and present] / V. A. Naydovich, T. N. Popova, P. A. Kuznetsov, A. I. Kozorez // Agrarian Scientific Journal. – 2021. – № 12. – P. 41–44.
4. Kosolapov, V. M. Spravochnik po kormoproizvodstvu [Handbook on forage production] / V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov. – Moscow : Rosselkhozakademiya, 2014. – 717 p.
5. Kosolapov, V. M. Metodicheskie ukazaniya po selekcii mnogoletnih zlakovykh trav [Guidelines for the selection of perennial cereal grasses] / V. M. Kosolapov, S. I. Kostenko, S. V. Pilipko, V. S. Klochkova, N. Yu. Kostenko [et al.]. – Moscow : RGAU-MSKhA, 2012. – 52 p.
6. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results)]. – Moscow : Agropromizdat, 1985. – 351 p.

## Благодарность (госзадание):

Работа выполнена в рамках государственного задания № FUUU-2023-0001, регистрационный номер НИОКТР 123033000036-5.

## Acknowledgements (state task)

The work was done in frames of the state task № FUUU-2023-0001, registration number НИОКТР 123033000036-5.

## Информация об авторах:

**Косолапова Татьяна Всеволодовна** – младший научный сотрудник отдела сельскохозяйственной геномики Института агробιοтехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; ORCID: 0000-0001-6550-2296 (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: kosolapova.niish@mail.ru).

**Тулинов Алексей Геннадьевич** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела сельскохозяйственной геномики Института агrobiотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; ORCID: 0000-0002-7184-6113 (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: toolalgen@mail.ru).

**About the authors:**

**Tatiana V. Kosolapova** – Junior Researcher at the Department of Agricultural Genomics, A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS, ORCID: 0000-0001-6550-2296 (Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya st., Syktyvkar, Komi Republic, 167023 Russian Federation; e-mail: kosolapova.niish@mail.ru).

**Aleksei G. Tulinov** – Candidate of Sciences (Agriculture), Researcher at the Department of Agricultural Genomics, A. V. Zhuravsky Institute of Agrobiotechnologies FRC Komi SC UB RAS, ORCID: 0000-0002-7184-6113 (Institute of Agrobiotechnologies named after A. V. Zhuravsky, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27 Rucheynaya st., Syktyvkar, Komi Republic, 167023 Russian Federation; e-mail: toolalgen@mail.ru).

**Для цитирования:**

Косолапова, Т. В. Изучение селекционного материала *Phalaris arundinacea* по основным хозяйственно ценным признакам / Т. В. Косолапова, А. Г. Тулинов // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 74–78.

**For citation:**

Kosolapova, T. V. Izuchenie selekcionnogo materiala *Phalaris arundinacea* po osnovnym hozyajstvenno cennym priznakam [Evaluation of *Phalaris arundinacea* breeding material by the main economically valuable traits] / T. V. Kosolapova, A. G. Tulinov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 74–78.

Дата поступления статьи: 11.09.2024

Прошла рецензирование: 28.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 11.09.2024

Reviewed: 28.10.2024

Accepted: 26.09.2024

# Направления совершенствования государственной поддержки оленеводства как многофункциональной отрасли агропромышленного комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа и Арктической зоны Российской Федерации

М. А. Максимчик

Ямальская опытная станция Тюменского научного центра СО РАН,  
г. Тюмень

maxim.maksimchik@gmail.com

## Аннотация

Сельское хозяйство – одна из ведущих отраслей экономики, от уровня развития которой зависит экономическая безопасность России, поскольку сельское хозяйство позволяет обеспечить население продовольствием, а перерабатывающую промышленность – сырьем; оказывает влияние на качество жизни и уровень благосостояния населения; формирует новые рабочие места, что подчеркивает многофункциональность сельского хозяйства. Северное оленеводство представляет важную отрасль сельского хозяйства, распространенную в районах Крайнего Севера, включая и Ямало-Ненецкий автономный округ.

В данной статье изучены теоретические аспекты поддержки отраслей агропромышленного комплекса со стороны государства. Проведен анализ динамики поголовья оленей в разрезе федеральных округов России, регионов Арктической зоны Российской Федерации, проанализирована структура поголовья оленей Ямало-Ненецкого автономного округа в разрезе категорий хозяйств, а также выделены основные меры господдержки оленеводства. Обозначены основные проблемы отрасли оленеводства в настоящее время и предложены направления совершенствования господдержки оленеводства в Ямало-Ненецком автономном округе. На данный момент отрасль оленеводства в Ямало-Ненецком автономном округе и других арктических регионах переживает не лучшие времена. Поэтому сейчас очень важно обеспечить поддержку отрасли, так как принятых на сегодня мер недостаточно.

## Ключевые слова:

отрасль оленеводства, Арктическая зона, Ямало-Ненецкий автономный округ, поголовье оленей, поддержка, пастбище, агропромышленный комплекс

# Directions for improving the state support of reindeer breeding as a multifunctional branch of the agro-industrial complex of the Yamal-Nenets Autonomous District and the Arctic zone of the Russian Federation

M. A. Maksimchik

Yamal Experimental Station, Tyumen Science Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen

maxim.maksimchik@gmail.com

## Abstract

Agriculture is an important sector of the economy. The economic security of Russia depends on the level of its development because agriculture provides food for the population and raw materials for the processing industry, influences the quality of life and welfare of the population, creates new jobs, which emphasises the multifunctionality of agriculture. Northern reindeer breeding represents an important agricultural branch, widespread in the Far North, including the Yamal-Nenets Autonomous District.

This article studies the theoretical aspects of the state support of agro-industrial complex industries. It analyses the dynamics of the reindeer population for the federal districts of Russia and for the regions of the Arctic zone of the Russian Federation. The author discusses the structure of the reindeer population of the Yamal-Nenets Autonomous District in the context of categories of farms and highlight the main measures of state support of reindeer breeding. The main problems of the reindeer breeding industry at present are outlined with suggestions how to improve the state support for reindeer breeding in the district. Today, the reindeer herding industry in the Yamal-Nenets Autonomous District and other Arctic regions is experiencing bad times. Therefore, it is very important now to provide support for the industry, as the measures taken to date are not enough.

## Keywords:

reindeer herding industry, Arctic zone, Yamal-Nenets Autonomous District, reindeer population, support, pasture, agro-industrial complex

## Введение

В современных условиях большая часть стран считают очень важным поддерживать аграрный сектор, оказывая ему государственную поддержку. Однако в России уровень господдержки один из самых низких в мире. Кроме того, господдержке отраслей агропромышленного комплекса (далее – АПК) свойственны особенности. Во-первых, субсидии представляют основной способ поддержки, во-вторых, большая часть мер господдержки приходится на крупных сельхозпроизводителей.

Ввиду своих специфических особенностей отрасли АПК нуждаются в государственной поддержке, поскольку без вмешательства государства аграрный сектор будет убыточен. Только посредством оказания государственной поддержки можно превратить аграрный сектор в жизнеспособную и процветающую отрасль экономики.

В свою очередь меняющиеся условия хозяйствования заставляют периодически вводить новые меры поддержки и совершенствовать уже имеющиеся с целью повышения эффективности деятельности отраслей АПК.

Данная проблема особенно актуальна в суровых условиях Крайнего Севера, где неоднородность природных условий накладывает свой отпечаток не только на сельскохозяйственное производство, но и образ жизни населения.

Арктическая зона (далее – АЗ) России охватывает девять регионов (28 % территории страны), в том числе Ямало-Ненецкий автономный округ (далее – ЯНАО), площадь которого составляет 769 250 км<sup>2</sup>.

В силу естественных климатических условий сельское хозяйство ЯНАО ориентировано, прежде всего, на традиционные отрасли. Ключевой отраслью по количеству занятых, финансово-экономическим показателям и социально-культурной роли в жизнедеятельности коренных малочисленных народов Севера (далее – КМНС) является оленеводство.

Поскольку суровые природно-климатические условия в ЯНАО создают сложности в ведении аграрного производства, государственная поддержка становится особенно важной и является неременным условием эффективной деятельности отраслей АПК, в том числе и оленеводства.

Главенствующая роль государства в регулировании АПК отвечает задачам обеспечения продовольственной безопасности, повышения конкурентоспособности сельхозпродукции, улучшения качества жизни сельских граждан за счет повышения доходов, создания и обновления сельской инфраструктуры. Поэтому государственная поддержка АПК соответствует целому спектру вызовов развития страны.

Цель исследования – изучение теоретических аспектов поддержки отраслей АПК со стороны государства; анализ тенденций развития отрасли оленеводства в ЯНАО и Арктической зоне Российской Федерации, выявление проблем и перспектив развития отрасли оленеводства.

## Материалы и методы

При подготовке статьи использовались такие методы исследования, как анализ литературы по проблеме

исследования и систематизация теоретических данных. Для выявления тенденции изменения поголовья оленей в ЯМНО и АЗ РФ применялись методы анализа, синтеза, сравнения и обобщения. Для наглядного представления статистической информации – графический и табличный методы. Информационной базой исследования послужили данные Федеральной службы государственной статистики.

## Результаты и их обсуждение

### Теоретические аспекты поддержки отраслей АПК со стороны государства

Агропромышленный комплекс Крайнего Севера является специфической отраслью, характеризующейся своей многофункциональностью. Ниже приведены трактовки понятия «многофункциональность» с точки зрения разных авторов.

По мнению А. В. Петрикова, сельское хозяйство – многофункционально, поскольку позволяет, во-первых, удовлетворить потребности граждан в продовольствии, во-вторых, решить проблему занятости сельских жителей, а в-третьих, сохранить образ жизни, присущий жителям сельской местности [1, с. 35].

О. В. Косенчук определяет систему управления многофункциональным сельским развитием как процесс, реализация которого осуществляется поэтапно, что позволяет контролировать влияние внешних и внутренних факторов (инновационного, социального, экологического факторов, состояния инженерной инфраструктуры, обеспечение сельской отрасли необходимыми кадрами, господдержкой) на развитие сельских территорий [2, с. 33].

По мнению Е. Н. Белкина, В. Г. Агибалова, основной целью многофункциональности сельских территорий является улучшение качества жизни сельских жителей в настоящем и будущем [3, с. 41].

Э. Н. Крылатых применяет термин многофункциональности к агропродовольственной сфере (далее – АПС), подразумевая под ним достижение коллективных целей и задач посредством рыночных и нерыночных взаимодействий; мотивации сельских жителей, что в конечном итоге будет способствовать повышению эффективности производства, развитию сельской инфраструктуры, внедрению инновационных технологий и продовольственной безопасности страны [4, с. 10].

Исходя из вышеприведенных трактовок многофункциональности, можно сделать вывод о многоаспектности сельского хозяйства с присущими ему такими особенностями, как сезонный характер производства, дефицит квалифицированных кадров, отсутствие эластичного спроса на сельхозпродукцию, зависимость от климатических условий. Данные особенности подтверждают, насколько важны меры государственной поддержки, в особенности на территориях Крайнего Севера, где погодные условия выступают главным ограничителем сельскохозяйственной деятельности.

Основными целями господдержки отраслей АПК являются: продовольственная безопасность России; увеличе-



ние объема вложений в развитие сельского хозяйства; совершенствование сельской инфраструктуры; повышение уровня жизни в селах и др. [5, с. 10].

В настоящее время отсутствует единое мнение относительно трактовки термина «государственная поддержка». Рассмотрим некоторые из них.

По мнению Н. Ф. Зарук, Е. С. Коломеевой, рискованность отрасли сельского хозяйства предполагает оказание ей государственной поддержки на постоянной основе в целях обеспечения расширенного воспроизводства сельскохозяйственных предприятий [там же, с. 9].

С точки зрения И. Г. Ушачева и В. В. Масловой, основным ориентиром государственной поддержки должны являться стабильность развития отраслей АПК и повышение продовольственной безопасности [6, с. 9] при соблюдении четкости и прозрачности мер господдержки.

Р. Ш. Мамедов считает, что господдержка неразрывно связана с финансированием отраслей АПК. По его мнению, поддержка должна быть адресована не на рост объемов производства сельскохозяйственной продукции, а на увеличение ее сбыта [7, с. 133].

Следует отметить, что часть ученых отождествляет понятие «государственная поддержка» с другими терминами. К примеру, Е. В. Губанова пишет, что термины «государственная помощь» и «государственная поддержка» являются составными частями понятия «государственное регулирование». По мнению автора, государственное регулирование представляет способы воздействия государства на общество в целом. Государственная помощь, с точки зрения Е. В. Губановой, должна оказываться в условиях кризиса и ее ориентиром должны выступать конкретные организации; государственной же поддержке присущ профилактический характер и ее целью является рост объемов производства [8, с. 37].

Ю. М. Склярова и И. Ю. Скляров также придерживаются мнения, что господдержка – это часть государственного регулирования. Авторы трактуют государственное регулирование как совокупность мер поддержки экономических и социальных отношений в сельском хозяйстве. Государственная поддержка носит характер необходимости и направлена на сбалансированное развитие сельского хозяйства [9, с. 2].

Таким образом, несмотря на то, что в настоящее время отсутствует единое мнение относительно трактовки термина «государственная поддержка», все вышеперечисленные авторы едины во мнении по поводу важности господдержки для отраслей АПК в целях обеспечения стабильной деятельности хозяйствующих субъектов.

Наиболее традиционной отраслью АПК на Крайнем Севере и основным источником дохода для КМНС является оленеводство. Наибольшее распространение среди арктических регионов отрасль оленеводства получила в ЯНАО. Труднодоступность оленьих пастбищ в ЯНАО вынуждает пастухов вести кочевой или полукочевой образ жизни [10,

с. 521]. На сегодняшний день численность населения ЯНАО составляет 534,1 тыс. чел., из них 8,8 % отнесены к КМНС.

По мнению В. А. Иванова [11, с. 27], Д. И. Сыроватского [12, с. 501], Л. М. Коколовой [13, с. 201], развитие оленеводства является необходимым условием развития территорий Крайнего Севера, чего невозможно достичь без государственной поддержки.

### Анализ тенденций развития оленеводства в арктических регионах России

Северное домашнее оленеводство – вид традиционной хозяйственной деятельности КМНС, основным фундаментом сохранения их традиций [14, с. 131].

В России насчитывается около 2/3 всех полудомашних северных оленей в мире, которых содержат в общей сложности 18 оленеводческих народов [15, с. 28].

Оленеводство является важной частью животноводства и сельскохозяйственного производства в целом, так как данная отрасль способствует сокращению безработицы за счет создания дополнительных рабочих мест в смежных отраслях экономики; позволяет обеспечить граждан экологически чистым арктическим продуктом; способствует сохранению традиций и культуры КМНС.

С целью совершенствования мер поддержки субсидирование северного оленеводства с 2021 г. было выделено в отдельное направление субсидирования отраслей АПК.

Основное поголовье оленей сосредоточено в следующих федеральных округах [16, с. 37]: Северо-Западном федеральном округе (далее – СЗФО), Уральском федеральном округе (далее – УФО), Сибирском федеральном округе (далее – СФО), Дальневосточном федеральном округе (далее – ДФО).

Динамика поголовья оленей в разрезе федеральных округов за 2018–2023 гг. представлена на рис. 1.

Среди вышеназванных федеральных округов первое место по поголовью оленей занимает УФО, в котором наблюдалось значительное снижение поголовья оленей с 957,3 тыс. голов в 2018 г. до 789 тыс. голов в 2023 г.

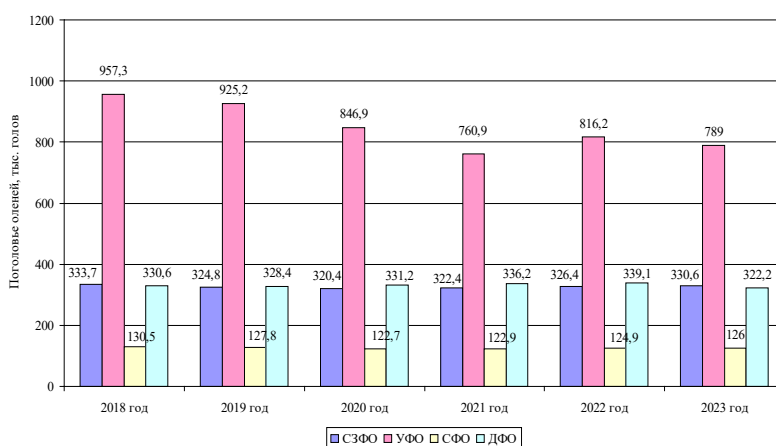


Рисунок 1. Динамика поголовья оленей в разрезе федеральных округов за 2018–2023 годы. Источник. Здесь и рис. 1, 3; табл. 1, 2: составлено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики.

Figure 1. Dynamics of the reindeer population by the federal districts for 2018–2023. Source. Here and in Figures 1, 3; Tables 1, 2: compiled by the author on the basis of the Federal State Statistics Service data.

На ДФО и СЗФО на протяжении рассматриваемого периода приходится примерно одинаковое количество северных оленей (по поголовью оленей им принадлежит второе место). Следует отметить снижение поголовья оленей в 2023 г. на 2,54 и 0,93 % в ДФО и СЗФО соответственно.

Также снижение поголовья оленей отмечается и в СФО, со 130,5 тыс. голов в 2018 г. до 126 тыс. голов в 2023 г., т. е. на 3,45 %. Данному федеральному округу по количеству оленей отводится третье место.

Анализ тенденций развития оленеводства в разрезе регионов Арктической зоны РФ показал наибольшее сокращение поголовья оленей в ЯНАО с 905,6 тыс. голов в 2018 г. до 750,4 тыс. голов в 2023 г., т. е. на 17,14 % (табл. 1). Следует отметить, что доля ЯНАО по поголовью оленей составила 47,86 % в 2023 г. (рис. 2).

Основными причинами снижения поголовья оленей являются травеж хищником, деградация пастбищ.

В Ненецком автономном округе и Республике Саха (Якутия) (далее – РС(Я)) в 2023 г. относительно 2018 г. отмечалась положительная тенденция изменения поголовья оленей, оно увеличилось на 4,4 и 25 тыс. голов соот-

ветственно. На данные регионы приходится значительная доля поголовья регионов АЗ РФ.

Наименьшая доля поголовья оленей в 2023 г. приходилась на Мурманскую область (3,51 %), Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (2,46), Камчатский край (2,40 %).

Практически во всех регионах Арктической зоны в содержании оленей в 2023 г. доминируют сельхозорганизации [17, с. 312]. Лишь в ЯНАО большая доля северных оленей сконцентрирована в хозяйствах населения (63,09 %), а в Красноярском крае наибольшая доля приходится на крестьянские (фермерские) хозяйства (далее – К(Ф)Х) и индивидуальных предпринимателей (далее – ИП) (51,59 %) (рис. 3).

### Особенности развития и поддержки оленеводства в ЯНАО

Среди арктических регионов ЯНАО характеризуется наиболее высокими показателями по поголовью оленей. Оленеводство получило развитие во всех муниципальных районах ЯНАО. В настоящее время данным видом традиционно-хозяйственной деятельности заняты приблизительно 15 тыс. жителей, большая часть из которых относится к категории КМНС (ненцы, ханты, селькупы), а также небольшая группа коми – зырян, которые тоже ведут традиционно-хозяйственную деятельность [18, с. 175].

На сегодняшний день на территории ЯНАО функционируют различные категории хозяйств. В 2023 г. в хозяйствах всех категорий наблюдалось снижение поголовья оленей, по сравнению с 2018 г., на 155,2 тыс. голов, что связано с уменьшением поголовья оленей в хозяйствах населения на 29,84 % (табл. 2).

Что касается сельскохозяйственных организаций, К(Ф)Х и ИП, то в 2023 г.

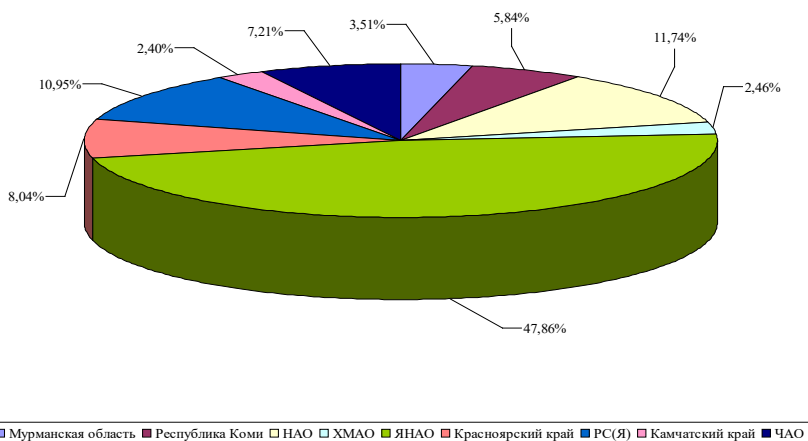


Рисунок 2. Структура поголовья оленей в разрезе регионов Арктической зоны Российской Федерации в 2023 году.

Figure 2. Structure of the reindeer population by the regions of the Arctic zone of the Russian Federation in 2023.

Таблица 1  
Динамика поголовья оленей в разрезе регионов Арктической зоны Российской Федерации за 2018–2023 годы, тыс. голов  
Table 1  
Dynamics of the reindeer population by the regions of the Arctic zone of the Russian Federation for 2018–2023, thousand heads

Субъект Российской Федерации	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. к 2018 г.	
							абсолютное (+, -)	относительное, %
Мурманская область	58,2	58,3	58,7	58,9	57,1	55,1	-3,1	-5,33
Республика Коми	95,9	93	92,7	88	92	91,5	-4,4	-4,59
Ненецкий автономный округ	179,6	173,5	169	175,5	177,3	184	4,4	2,45
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	51,7	48,9	41,8	40,3	40,3	38,6	-13,1	-25,34
Ямало-Ненецкий автономный округ	905,6	876,3	805,1	720,6	775,9	750,4	-155,2	-17,14
Красноярский край	130,5	127,8	122,7	122,9	124,9	126	-4,5	-3,45
Республика Саха (Якутия)	146,6	152,1	157,4	162,1	168,5	171,6	25	17,05
Камчатский край	42	43,9	48,6	46,1	44,5	37,6	-4,4	-10,48
Чукотский автономный округ	142	132,4	125,2	128	126,1	113	-29	-20,42
Арктическая зона РФ	1752,1	1706,2	1621,2	1542,4	1606,6	1567,8	-184,3	-10,52

поголовье оленей в них выросло на 5,9 и 40,2 тыс. голов соответственно.

Следует отметить, что в ЯНАО количество сельскохозяйственных предприятий составляет 22 ед., национальных общин КМНС – 22 ед., оленеводческих хозяйств, включая личные – 3978 ед.

На крупных сельскохозяйственных предприятиях, в особенности в удаленных поселках ЯНАО, трудится практически все трудоспособное население. Крупные хозяйства ЯНАО снабжены собственными убойными комплексами, через которые осуществляется прием оленины от оленеводов-частников; также частники сдают оленину на убойно-холодильные комплексы, их в ЯНАО насчитывается 15 ед. В 2021 г. закупочная цена за 1 кг оленины была увеличена практически в два раза: со 170–200 до 450 руб.

Следует отметить, что, кроме приема мяса от частных, большинство убойных комплексов осуществляют глубокую переработку мяса оленей и выпуск готовой продукции; также они занимались экспортом оленеводческой продукции до введения санкций.

Регулировать выпас оленей по территории ЯНАО позволяют примерные маршруты касланий и оленеводов сельхозпредприятий, и частных, которые заранее оговариваются с властями муниципалитетов, к которым прикреплены кочевники. Для ЯНАО характерен самый высокий уровень кочевания (41,8 %).

В зимний период поголовье оленей каслают в лесотундру. Фактории, действующие на территории тундры, позволяют обеспечить оленеводам доступ к благам цивилизации. На территории факторий располагаются детские

сады, кочевые школы, магазины, врачебные и ветеринарные пункты; кроме того, некоторые фактории осуществляют деятельность по приему и убою оленей. Большая доля факторий осуществляют круглогодичную деятельность. Вследствие оптимизации произошло снижение количества факторий с 58 ед. в 2018 г. до 26 ед. в 2022 г.

Наиболее преобладающим видом оленеводческих хозяйств в ЯНАО являются частные хозяйства, на их долю приходится 70 % всего поголовья ЯНАО.

В зависимости от количества оленей в стаде выделяют много- и малооленные частные хозяйства. Для многооленных хозяйств характерны следующие особенности: количество оленей колеблется от 300 до нескольких тысяч голов; при этом они постепенно увеличивают поголовье; независимы от государства и факторий; у них отсутствуют права на получение различных мер господдержки; реализуют сырье через социальные связи, что позволяет влиять на цену реализации.

Малооленные хозяйства отличаются от многооленных, прежде всего, количеством оленей, которое в малооленных хозяйствах составляет 100–250 гол. Для них характерны такие особенности, как зависимость от поддержки, предоставляемой государством; обязанность по сдаче оленины на убойные пункты по ценам гораздо ниже рыночных; чаще всего для получения дополнительного дохода они нанимают пастухами на сельхозпредприятия ЯНАО.

Большая часть оленеводов-частников предпочитают оставаться в тени и не обращаются за господдержкой по причине невозможности регулировать цены на сдаваемое сырье.

Остановимся более подробно на мерах господдержки, предоставляемых оленеводческим хозяйствам. Во-первых, КМНС с 2004 г. получают ежемесячные «кочевые» выплаты, величина которых с 2020 г. составляет 5 тыс. руб. Во-вторых, в ЯНАО реализуется стандарт минимальной материальной обеспеченности лиц, ведущих традиционный образ жизни, в состав которого включены предметы первой необходимости. В-третьих, кочевому населению, в первую очередь многодетным семьям, предоставляются средства спутниковой связи, в случае чего они могут всегда

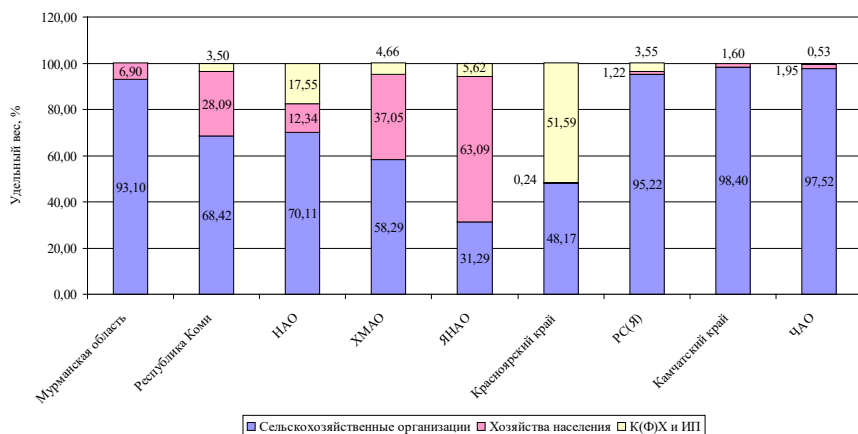


Рисунок 3. Структура поголовья оленей в разрезе категорий хозяйств в 2023 году.  
Figure 3. Structure of the reindeer population by the farm categories in 2023.

Динамика поголовья оленей в Ямало-Ненецком автономном округе в разрезе категорий хозяйств за 2018–2023 годы, тыс. голов  
Table 2  
Dynamics of reindeer population in the Yamal-Nenets Autonomous District by the farm categories for 2018–2023, thousand heads

Категории хозяйств	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение 2023 г. к 2018 г.	
							абсолютное (+, -)	относительное, %
Хозяйства всех категорий	905,6	876,3	805,1	720,6	775,9	750,4	-155,2	-17,14
Из них:								
Сельскохозяйственные организации	228,9	238,3	217,4	205,8	250,9	234,8	5,9	2,58
Хозяйства населения	674,7	628,2	566,8	484,8	486	473,4	-201,3	-29,84
К(Ф)Х и ИП	2	9,8	20,9	30	39	42,2	40,2	2010,00

послать сигнал бедствия. Прежде всего, целью данной меры поддержки является забота о здоровье кочевого населения. В-четвертых, деятельность факторий предоставляет для семей кочевников доступ к образовательным, культурным, социальным и медицинским услугам.

#### **Проблемы и перспективы развития оленеводства в ЯНАО и АЗ РФ**

На сегодняшний день в отрасли оленеводства в ЯНАО и АЗ РФ существуют различные проблемы, для разрешения которых предложены меры поддержки. Рассмотрим более подробно проблемы и предложенные меры поддержки.

1. Одной из острых проблем и серьезных угроз для оленеводства в будущем [19, с. 77] является деградация кормовой базы. Основными ее причинами стали: нагрузка на пастбища в два раза больше оптимальной, отсутствие спланированных маршрутов касланий, освоение новых месторождений.

Следует отметить, что освоение новых месторождений приводит к деградации части оленьих пастбищ, к примеру, вследствие освоения Бованенковского газового месторождения площадь деградированных пастбищ составила 33 км<sup>2</sup>.

Также необходимо отметить, что для оленеводов и его поголовья препятствием в передвижении являются объекты инфраструктуры протяженностью в десятки километров. Данная проблема была решена с Бованенковским газовым месторождением путем проведения этнологической экспертизы, это позволило каслать через промышленную зону месторождения, площадь которой 450 км<sup>2</sup> [20, с. 55]. На сегодняшний день сложность вызывает то, что проведение экспертизы для урегулирования конфликтов между промышленными организациями и КМНС не закреплено на законодательном уровне.

Для возрождения поврежденных пастбищ необходимо их восстановление и засеивание кормовыми травами. Для разрешения проблемы препятствий для касланий необходимо легализовать проведение этнологической экспертизы жизни КМНС на территории месторождений.

2. Другой не менее важной проблемой является отсутствие учета поголовья оленей. Вследствие этого невозможно установить предельную оленеемкость пастбищ, поскольку точное количество северных оленей неизвестно.

Для ведения учета поголовья оленей по масти, генетическому состоянию необходимо строительство коралей, наличие которых позволит также повысить эффективность племенной работы.

3. Еще одна проблема в развитии оленеводства заключается в том, что исследования, связанные с оленеводством, проводились достаточно давно (в 1990-е гг.).

В целях сохранения местных популяций северных оленей необходимо совершенствование селекционной работы; также требуется проведение тщательных исследований основных заболеваний северных оленей для их лечения в случае необходимости. Для проведения исследований, посвященных оленеводству, необходимо расширение мер господдержки ученым.

4. Следующая проблема состоит в сильнейших климатических колебаниях на территории арктических регионов, вследствие чего в экономике оленеводства возможно возникновение кризиса недопроизводства (в случае трудной доступности кормовой базы оленей в зимний период) и перепроизводства (в случае сверхблагоприятных условий выпаса оленей).

При назначении закупочных цен на оленину погодные аномалии не берутся в учет: логично было бы в период недопроизводства увеличивать цену на оленину, а в период перепроизводства – снижать. Вместо этого государство в случае недопроизводства увеличивает социальные субсидии оленеводам, в результате проблема усугубляется еще больше.

5. Другой проблемой в отрасли оленеводства является отсутствие у оленеводов, получающих господдержку, права реализации своей продукции на рынке. Оленеводы-частники вынуждены поставлять мясо на убойные пункты и фактории, получая за свою продукцию пониженную цену. Вследствие этого оленеводы, получающие господдержку, продолжают беднеть; а зажиточные оленеводы, ввиду того, что могут реализовывать оленину на городских рынках по справедливой стоимости, еще более укрепляют свое финансовое положение.

6. Следующая проблема связана с предыдущей – уход оленеводов-частников в нелегальную деятельность. Причиной этого являются те же самые закупочные цены, по которым оленеводы вынуждены сдавать мясо на убойные пункты, вследствие чего их деятельность становится некоррентабельной.

Для решения данной проблемы необходимо либо наделить всех оленеводов без исключения правом реализации мяса оленины на рынке, либо увеличить закупочные цены на оленину при сдаче в факториях и на убойных комплексах. Кроме того, для бедных оленеводов следует расширить меры господдержки, это позволит вывести оленеводов-частников из тени.

7. Следующий комплекс проблем – это отсутствие мероприятий по возмещению ущерба оленеводческим предприятиям, возникающего в результате аномальных погодных явлений, травежа хищниками, миграции диких северных оленей, вспышек инфекционных заболеваний. Вследствие ежегодного падежа оленей как сельскохозяйственные организации, так и К(Ф)Х и хозяйства населения несут большие потери. При этом система страхования не предусматривает возмещения ущерба по рискам, относящимся к отрасли северного оленеводства, т. е. аномальные погодные условия, формирование гололедных образований, травеж хищниками, увод домашних северных оленей дикими северными оленями.

При этом в Швеции в случае стихийных бедствий, повлекших гибель оленя (травеж волками и другими хищниками, в случае техногенного загрязнения кормовой базы оленей, потери оленей от автотранспорта), предусмотрена компенсация за каждого убитого оленя, размер которой может составлять до 20 % чистого дохода от реализации оленины [21, с. 15].

Целесообразно предусмотреть возмещение ущерба на условиях софинансирования за счет федерального бюджета в результате стихийных бедствий, приведших к падежу оленей.

Решение вышеперечисленных проблем позволит, во-первых, сохранить самобытную культуру КМНС, во-вторых, поддержать и развивать отрасль оленеводства как на территории ЯНАО, так и в других арктических регионах.

## Заключение

Развитие отрасли оленеводства важно как для арктических регионов, так и для всей России, поскольку оно является одним из резервов укрепления продовольственной безопасности страны.

Анализ поголовья оленей в разрезе федеральных округов показал, что первое место по поголовью оленей принадлежит УФО. В данном федеральном округе поголовье оленей в 2023 г. снизилось на 17,58 % по отношению к 2018 г. В разрезе УФО наибольший удельный вес по поголовью оленей занимает ЯНАО (95,11 %), и лишь малая доля поголовья оленей в УФО принадлежит Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре (4,89 %).

Второе место по поголовью оленей отводится ДФО и СЗФО. В разрезе ДФО больше половины поголовья оленей приходится на РС(Я) – 53,26 %, значительная доля – на ЧАО – 35,07 %; оставшиеся 11,67 % поголовья оленей располагаются в Камчатском крае. В разрезе СЗФО большая доля поголовья оленей сосредоточена в НАО – 55,66 %; на долю Республики Коми приходится 27,68 % поголовья; наименьшая доля поголовья зафиксирована в Мурманской области – 16,67 %.

Последнее место по поголовью оленей принадлежит СФО (Красноярский край).

В ходе исследования был сделан вывод об отрицательной тенденции изменения поголовья оленей во всех арктических регионах в 2023 г., кроме НАО и РС(Я). Наибольшее сокращение поголовья оленей зафиксировано в ЯНАО.

Практически во всех регионах АЗ в содержании оленей в 2023 г. доминируют сельхозорганизации. Лишь в ЯНАО большая доля северных оленей сконцентрирована в хозяйствах населения (63,09 %), а в Красноярском крае – наибольшая доля поголовья приходится на К(Ф)Х и ИП (51,59 %).

Среди арктических регионов ЯНАО характеризуется наиболее высокими показателями по поголовью оленей. Здесь оленеводам оказываются следующие меры поддержки: предоставление кочевникам ежемесячных «кочевых» выплат; реализация стандарта минимальной материальной обеспеченности лиц, ведущих традиционный образ жизни; предоставление средств спутниковой связи; доступ к образовательным, культурным, социальным и медицинским услугам.

Несмотря на оказываемую государственную поддержку в отрасли оленеводства существует немало проблем.

По результатам исследования были выделены основные проблемы развития оленеводства:

1. Деграция оленьих пастбищ вследствие нагрузки на пастбища, в два раза превышающей оптимальную, отсутствие спланированных маршрутов касланий, освоение новых месторождений.

2. Отсутствие учета поголовья оленей, вследствие чего возникают сложности с планированием рационального использования пастбищ и установления их предельной оленеемкости.

3. Последние серьезные исследования, касающиеся оленеводства, проводились в 1990-е гг.

4. Подверженность арктических территорий сильнейшим ежегодным циклическим колебаниям, вследствие чего может возникать кризис недопроизводства и перепроизводства, при этом закупочная цена на оленину не меняется.

5. Оленеводы-частники, получающие господдержку, лишены права поставлять мясо оленины напрямую на рынок, вследствие чего несут большие потери, сдавая свою продукцию на заводы и убойные пункты, что делает их деятельность низкорентабельной.

6. Уход оленеводов-частников в нелегальную деятельность по причине низких закупочных цен на оленину на убойных пунктах и заводах.

7. Отсутствие мероприятий по возмещению ущерба оленеводческим предприятиям, возникающего в результате стихийных событий (аномальные погодные явления, травеж хищниками, миграция диких северных оленей, вспышки инфекционных заболеваний). Вследствие ежегодного падежа оленей как сельскохозяйственные организации, так и К(Ф)Х и хозяйства населения несут большие потери.

Для решения сложившихся проблем в отрасли оленеводства были предложены следующие направления совершенствования господдержки: восстановление кормовой базы оленей; легализация этнологической экспертизы жизни КМНС на территории месторождений; строительство коралей; расширение мер господдержки ученым, осуществляющим исследования, касающихся оленеводства; наделение всех оленеводов правом прямой поставки своей продукции на рынок, либо увеличение закупочных цен на оленину при сдаче мяса в заводах и на убойных комплексах; регулирование закупочных цен с учетом природных аномалий; расширение мер господдержки для бедных оленеводов с целью вывести бизнес из тени; возмещение ущерба за падеж оленей в случае стихийных бедствий.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Петриков, А. В. Сельское хозяйство и аграрная политика в России: 1975–2005 гг. / А. В. Петриков // Россия в окружающем мире. – 2007. – № 10. – С. 15–52.
2. Косенчук, О. В. Методические аспекты структурно-факторного анализа многофункциональности сельского хозяйства / О. В. Косенчук // Фундаментальные исследования. – 2019. – № 9. – С. 32–37.

3. Белкина, Е. Н. Концептуальные основы формирования организационно-экономического механизма многофункционального развития сельских территорий: монография / Е. Н. Белкина, В. Г. Агибалова. – Ставрополь : Фабула, 2017. – 134 с.
4. Крылатых, Э. Н. Агропродовольственный сектор: многофункциональность, факторы развития, риски / Э. Н. Крылатых // Никоновские чтения. – 2009. – № 14. – С. 10–12.
5. Зарук, Н. Ф. Источники финансирования сельскохозяйственных товаропроизводителей в постпандемический период / Н. Ф. Зарук, Е. С. Колomeeva, М. Е. Плешакова // Экономика сельского хозяйства России. – 2020. – № 7. – С. 8–13. DOI: 10.32651/207-8.
6. Ушачев, И. Г. Государственная поддержка сельского хозяйства в России: проблемы, пути их решения / И. Г. Ушачев, В. В. Маслова, В. С. Чекалин // АПК: Экономика, управление. – 2018. – № 3. – С. 4–12.
7. Кузнецов, Н. И. Государственная поддержка современного АПК России: вопросы теории, методологии и практики / Н. И. Кузнецов, Н. В. Уколова, С. В. Монахов [и др.] // Островские чтения. – 2016. – № 1. – С. 132–136.
8. Губанова, Е. В. Государственное регулирование и поддержка сельского хозяйства региона (на примере Калужской области) / Е. В. Губанова // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 26. – С. 37–43.
9. Склярoва, Ю. М. Государственная поддержка сельского хозяйства регионов России: особенности и практика реализации / Ю. М. Склярoва, И. Ю. Склярoв, Л. А. Латышева // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 2. – С. 2–7. DOI: 10.32651/192-2.
10. Dwyer, M. J. Theories of nomadic movement: A new theoretical approach for understanding the movement decisions of Nenets and Komi reindeer herders / M. J. Dwyer, K. V. Istomin // Human Ecology. – 2008. – № 36 (4). – P. 521–533.
11. Иванов, В. А. Условия и возможности реализации потенциала сельского хозяйства зоны Севера / В. А. Иванов // Арктика и Север. – 2019. – № 35. – С. 25–45. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.35.25.
12. Сыроватский, Д. И. Оленеводство как отрасль жизнеобеспечения на Севере / Д. И. Сыроватский, В. С. Винокуров // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 4. – С. 501–502.
13. Коколова, Л. М. Перспектива и проблемы оленеводства в Якутии / Л. М. Коколова // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2017. – № 18. – С. 201–203.
14. Turi, J. M. (2000). Native Herders' Priorities for Research / J. M. Turi // Polar Research. – 2000. – № 19 (1). – P. 131–133.
15. Riseth, J. A. Ch.1.3 Sustainable and resilient reindeer herding / J. A. Riseth, H. Tømmervik, B. C. Forbes. – In book: Reindeer and Caribou – Health and Diseases – CRC Press – Taylor & Francis Group. – 2018. – P. 23–43.
16. Валь, О. М. Северное домашнее оленеводство: отраслевые аспекты и перспективы / О. М. Валь. – Якутск : Издательский дом СВФУ, 2022. – 208 с.
17. Иванов, В. А. Оленеводство в арктическом субрегионе европейского севера России: состояние и перспективы развития / В. А. Иванов // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. – 2023. – Т. 3, № 3. – С. 309–317. DOI: 10.34130/2070-4992-2023-3-3-309.
18. Зуев С. М. Проблемы устойчивого развития оленеводства в Ямало-Ненецком автономном округе / С. М. Зуев // Россия в глобальном мире. – 2016. – № 9 (32). – С. 173–187.
19. Vistnes, I. I. Reindeer husbandry adaptation strategies for loss of grazing land and climate change / I. I. Vistnes, N. M. Utsi // Rangifer Report: The 15th Nordic Conference on Reindeer and Reindeer Husbandry Research. – 2009. – № 13. – P. 77.
20. Kumpula, T. Ecological implications of petroleum industry to Nenets reindeer herding in Yamal Peninsula, Arctic Russia / T. Kumpula // Rangifer Report: The 15th Nordic Conference on Reindeer and Reindeer Husbandry Research. – 2009. – № 13. – P. 55.
21. Dana, L. P. Reindeer herders in Finland: Pulled to community-based entrepreneurship & pushed to individualistic firms / L. P. Dana, J. A. Riseth // J. of Small Business and Entrepreneurship. – 2010. – P. 1–23.

## References

1. Petrikov, A. V. Selskoe hozjajstvo i agrarnaja politika v Rossii: 1975–2005 gg. [Agriculture and agrarian policy in Russia: 1975–2005] / A. V. Petrikov // Rossija v okružhishhem mire [Russia in the World Around Us]. – 2007. – № 10. – P. 15–52.
2. Kosenchuk, O. V. Metodicheskie aspekty struktorno-faktornogo analiza mnogofunktionalnosti selskogo hozjajstva [Methodological aspects of the structural and factor analysis of the multifunctionality of agriculture] / O. V. Kosenchuk // Fundamentalnye issledovanija [Fundamental Research]. – 2019. – № 9. – P. 32–37.
3. Belkina, E. N. Konceptualnye osnovy formirovanija organizacionno-jekonomicheskogo mehanizma mnogofunktionalnogo razvitija selskih territorij: monografija [Conceptual foundations for the formation of an organizational and economic mechanism for the multifunctional development of rural areas: monograph] / E. N. Belkina, V. G. Agibalova. – Stavropol : Fabula, 2017. – 134 p.
4. Krylatyh, E. N. Agroprodovolstvennyj sektor: mnogofunktionalnost, faktory razvitija, riski [Agri-food sector: multifunctionality, development factors, risks] / E. N. Krylatyh // Nikonovskie chtenija [Nikon Readings. – 2009. – № 14. – P. 10–12.
5. Zaruk, N. F. Istochniki finansirovanija sel'skohozjajstvennyh tovaroproizvoditelej v postpandemicheskij period [Sources of financing for agricultural producers in the post-pandemic period] / N. F. Zaruk, E. S. Kolomeeva, M. E. Pleshakova // Ekonomika selskogo hozjajstva Rossii [Agricultural Economics of Russia]. – 2020. – № 7. – P. 8–13.
6. Ushachev, I. G. Gosudarstvennaja podderzhka selskogo hozjajstva v Rossii: problemy, puti ih reshenija [State

- support for agriculture in Russia: problems, ways to solve them] / I. G. Ushachev, V. V. Maslova, V. S. Chekalin // *APK: Ekonomika, upravlenie [Agro-Industrial Complex: Economics, Management]*. – 2018. – № 3. – P. 4–12.
7. Kuznetsov, N. I. Gosudarstvennaja podderzhka sovremennogo APK Rossii: voprosy teorii, metodologii i praktiki [State support of the modern agro-industrial complex of Russia: issues of theory, methodology and practice] / N. I. Kuznetsov, N. V. Ukolova, S. V. Monahov, Ju. A. Shihanova // *Ostrovskie chtenija [Ostrovsky Readings]*. – 2016. – № 1. – P. 132–136.
  8. Gubanova, E. V. Gosudarstvennoe regulirovanie i podderzhka selskogo hozjajstva regiona (na primere Kaluzhskoj oblasti) [State regulation and support of agriculture in the region (on the example of the Kaluga region)] / E. V. Gubanova // *Regionalnaja jekonomika: teorija i praktika [Regional Economics: Theory and Practice]*. – 2013. – № 26. – P. 37–43.
  9. Sklyarova, Yu. M. Gosudarstvennaja podderzhka selskogo hozjajstva regionov Rossii: osobennosti i praktika realizacii [State support for agriculture in Russian regions: features and implementation practice] / Yu. M. Sklyarova, I. Yu. Sklyarov, L. A. Latysheva // *Ekonomika selskogo hozjajstva Rossii [Agricultural Economics of Russia]*. – 2019. – № 2. – P. 2–7.
  10. Dwyer, M. J. Theories of nomadic movement: A new theoretical approach for understanding the movement decisions of Nenets and Komi reindeer herders / M. J. Dwyer, K. V. Istomin // *Human Ecology*. – 2008. – № 36 (4). – P. 521–533.
  11. Ivanov, V. A. Uslovija i vozmozhnosti realizacii potencijala selskogo hozjajstva zony Severa [Conditions and opportunities for realizing the potential of agriculture in the Northern zone] / V. A. Ivanov // *Arktika i Sever [The Arctic and the North]*. – 2019. – № 35. – P. 25–45.
  12. Syrovatskiy, D. I. Olenevodstvo kak otrasl zhizneobespechenija na Severe [Reindeer husbandry as a life support industry in the North] / D. I. Syrovatskiy, V. S. Vinokurov // *Problemy sovremennoj ekonomiki [Problems of the Modern Economy]*. – 2012. – № 4. – P. 501–502.
  13. Kokolova, L. M. Perspektiva i problemy olenevodstva v Jakutii [Prospects and problems of reindeer husbandry in Yakutia] / L. M. Kokolova // *Teorija i praktika borby s parazitarnymi boleznyami [Theory and Practice of Combating Parasitic Diseases]*. – 2017. – № 18. – P. 201–203.
  14. Turi, J. M. (2000). Native Herders' Priorities for Research / J. M. Turi // *Polar Research*. – 2000. – № 19 (1). – P. 131–133.
  15. Riseth, J. A. Ch.1.3 Sustainable and resilient reindeer herding / J. A. Riseth, H. Tømmervik, B. C. Forbes. – In book: *Reindeer and Caribou – Health and Diseases – CRC Press – Taylor & Francis Group*. – 2018. – P. 23–43.
  16. Val', O. M. Severnoe domashnee olenevodstvo: otraslevye aspekty i perspektivy: monografija [Northern domestic reindeer husbandry: sectoral aspects and prospects: monograph] / O. M. Val'. – Yakutsk : Izdatelskij dom SVFU [NEFU Publishing House], 2022. – 208 p.
  17. Ivanov, V. A. Olenevodstvo v arkticheskom subregione Evropejskogo severa Rossii: sostojanie i perspektivy razvitija [Reindeer husbandry in the Arctic sub-region of the European North of Russia: the state and prospects of development] / V. A. Ivanov // *Korporativnoe upravlenie i innovacionnoe razvitie ekonomiki Severa [Corporate Governance and Innovative Development of the Economy of the North]: Bulletin of the Research Center for Corporate Law, Management and Venture Investment of the Syktyvkar State University*. – 2023. – Vol. 3. – № 3. – P. 309–317.
  18. Zuev, S. M. Problemy ustojchivogo razvitija olenevodstva v Jamalo-Neneckom avtonomnom okruge [Problems of sustainable development of reindeer husbandry in the Yamal-Nenets Autonomous Okrug] / S. M. Zuev // *Rossija v globalnom mire [Russia in the Global World]*. – 2016. – № 9 (32). – P. 173–187.
  19. Vistnes, I. I. Reindeer husbandry adaptation strategies for loss of grazing land and climate change / I. I. Vistnes, N. M. Utsi // *Rangifer Report: The 15th Nordic Conference on Reindeer and Reindeer Husbandry Research*. – 2009. – № 13. – P. 77.
  20. Kumpula, T. Ecological implications of petroleum industry to Nenets reindeer herding in Yamal Peninsula, Arctic Russia / T. Kumpula // *Rangifer Report: The 15th Nordic Conference on Reindeer and Reindeer Husbandry Research*. – 2009. – № 13. – P. 55.
  21. Dana, L. P. Reindeer herders in Finland: Pulled to community-based entrepreneurship & pushed to individualistic firms / L. P. Dana, J. A. Riseth // *J. of Small Business and Entrepreneurship*. – 2010. – P. 1–23.

#### Информация об авторе:

**Максимчик Максим Александрович** – директор Ямальской опытной станции ФИЦ Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук; Author ID: 694125; <https://orcid.org/0009-0006-3942-9981> (629000, Российская Федерация, г. Салехард, ул. Патрикеева, д. 10; e-mail: maxim.maksimchik@gmail.com).

#### About the author:

**Maxim A. Maksimchik** – Director of the Yamal Experimental Station, Tyumen Science Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Author ID: 694125; <https://orcid.org/0009-0006-3942-9981> (10 Patrikeev st., Salekhard, 629000 Russian Federation; e-mail: maxim.maksimchik@gmail.com).

**Для цитирования:**

Максимчик, М. А. Направления совершенствования государственной поддержки оленеводства как многофункциональной отрасли агропромышленного комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа и Арктической зоны Российской Федерации / М. А. Максимчик // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 79–88.

**For citation:**

Maksimchik, M. A. Napravleniya sovershenstvovaniya gosudarstvennoj podderzhki olenevodstva kak mnogofunkcionalnoj otrasli agropromyshlennogo kompleksa Yamalo-Neneckogo avtonomnogo okruga i Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii [Directions for improving the state support of reindeer breeding as a multifunctional branch of the agro-industrial complex of the Yamal-Nenets Autonomous District and the Arctic zone of the Russian Federation] / M. A. Maksimchik // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 79–88.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024



## Оценка резистентности природных популяций вредителей зерновых запасов к фосфину

В. В. Маликов

Всероссийский центр карантина растений,  
Московская область, г. о. Раменский  
malikoff@inbox.ru

### Аннотация

В современных условиях одна из важных задач государства – самообеспеченность зерновыми запасами, а для этого немаловажным фактором является сохранность зерна при сведении к минимуму его потерь и порчи от насекомых-вредителей.

Результаты последних исследований показали, что один из эффективных способов избавления от вредителей зерновых запасов – это применение газа фосфина. В России широкое распространение фосфин получил с начала 90-х гг. XX в.

В статье приведены итоги изучения устойчивости к фосфину всех стадий развития булавоусого хрущака (*Tribolium castaneum*), личинок капрowego жука (*Trogoderma granarium* Ev.), имаго амбарного долгоносика (*Sitophilus granaries* L.). Исследования позволили установить очень тесную связь между смертностью всех стадий развития *Tribolium castaneum* природной и лабораторной популяций от концентрации фосфина. Также было доказано, что ростовская популяция всех стадий развития булавоусого хрущака более устойчива, чем лабораторная. При этом стадии имаго лабораторной и ростовской популяций обладают меньшей устойчивостью к фосфину, чем стадии яйца.

В ходе эксперимента установлена сильная связь между смертностью активных личинок природной и лабораторной популяций *Trogoderma granarium* Ev. от концентрации фосфина. В ходе пробит-анализа также определено, что петербургская популяция активных личинок капрowego жука более устойчива, чем лабораторная, причем их устойчивость снижается по мере увеличения времени экспозиции.

Экспериментальными исследованиями установлена и математически описана зависимость смертности имаго природной и лабораторной популяции *Sitophilus granaries* L. от концентрации фосфина. Показатель резистентности к фосфину у имаго ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций составил 1,5; 1,4 и 1,6 соответственно.

### Ключевые слова:

булавоусый хрущак, карповый жук, амбарный долгоносик, экспозиция, лабораторная популяция, фосфин, резистентность, имаго, смертность, концентрация

## Resistance assessment of natural populations of grain reserves pest to phosphine

V. V. Malikov

All-Russian Plant Quarantine Centre,  
Moscow Region, Ramenskiy  
malikoff@inbox.ru

### Abstract

In modern conditions, one of the most important tasks of the state is self-sufficiency in grain reserves. In this context, not least essential is the safety of grain while minimizing its losses and damage by insect pests.

According to recent investigations results, one of the efficient means against pests of grain reserves is the phosphine gas. Phosphine has been widely used in Russia since the early 90s of the XX century.

The article presents the study results on resistance to phosphine of the fusty flour beetle (*Tribolium castaneum*), larvae of the khapra beetle (*Trogoderma granarium* Ev.), imago of the wheat weevil (*Sitophilus granaries* L.) at every development stage.

We have estimated a very close dependence of the mortality of *Tribolium castaneum* at any development stage in natural and laboratory populations on the concentration of phosphine. The Rostov population of the mace-eared crustacean is better resistant to phosphine than the laboratory population at any development stage. At the same time, imago of both laboratory and Rostov populations are not as resistant to the action of the insecticide as the egg stage.

The study has identified a strong correlation between the mortality of active larvae in both natural and laboratory populations of *Trogoderma granarium* Ev. on one hand and the concentration of phosphine on the other. By the probit analysis results, the Petersburg population of active larvae of the khapra beetle is better resistant than the laboratory population, but their resistance will decrease as the exposure time increases.

Experimentally studied and mathematically described is the dependence of adult mortality in natural and laboratory populations of *Sitophilus granaries* L. on the concentration of phosphine. The resistance index to phosphine in imago of the Stavropol, Krasnodar and Tambov populations is 1.5; 1.4 and 1.6, respectively.

### Keywords:

fusty flour beetle, khapra beetle, wheat weevil, exposure, laboratory and natural populations, phosphine, resistance, imago, mortality, concentration

Потери зерна – большая проблема не только для России, но и для всего мира. В некоторых странах она достигает 50 %. Основная угроза для зерна – это насекомые-вредители, которые не только повреждают зёрна, что приводит к потере массы и снижению качества и жизнеспособности, но и делают зерно ядовитым.

Одним из опасных насекомых-вредителей для зерна является булавоусый хрущак (*Tribolium castaneum*). По данным Г. А. Закладного [1, с. 162], после месячного обитания жука в зерне пшеницы с массой 1 тыс. зерен 39,8 г при температуре +27 °С потери зерна составили 10 %. В среднем на стадии имаго это 0,15±0,01 мг за сутки, а на стадии развития личинки – 3,32±0,11 мг. Подобные исследования были проведены в Бухарском инженерно-технологическом институте [2, с. 27], где изучали влияние булавоусого хрущака на массу зерна пшеницы четвертого типа с содержанием сорной и зерновой примесей 0,2 и 6,0 % соответственно при температуре воздуха +2 °С. В результате исследований установлено, что в процессе жизнедеятельности данного вредителя масса сырья снижается на 37 %. Дальнейшее увеличение времени хранения привело к повышению потерь зерна до 92 %. Следовательно, булавоусый хрущак способен уничтожить от 10 до 37 % зерна, а при увеличении сроков хранения эти цифры могут повышаться в несколько раз. Для уничтожения насекомых разрабатывают и используют различные средства.

При проведении исследований использовали все стадии развития булавоусого хрущака *Tribolium castaneum*. Имаго ростовской популяции были помещены в лаборатории на зерновые запасы влажностью 15 %, которые на протяжении двух месяцев содержались в термостате при температуре +25 °С в целях получения в нужном количестве всех стадий развития *Tribolium castaneum* для проведения опытов.

Имаго лабораторной популяции были взяты из лабораторной культуры, содержащиеся в лаборатории без контакта с химическими веществами на протяжении свыше 55 лет.

Резистентность всех стадий развития булавоусого хрущака *Tribolium castaneum* к фосфину оценивали по экспресс-методу Detia Degesch. Внутрь пластиковой емкости объемом 5 л наливали воду в количестве 50 мл и помещали две пеллеты фосфида магния [3, с. 85] по 1 г каждая.

Яйца, личинки, куколки и имаго *Tribolium castaneum* фумигировали в стеклянных сосудах при различных концентрациях фосфина при температуре +25 °С и экспозиции 24 ч.

Температуру регулировали, помещая сосуды в термостаты. Необходимую относительную влажность воздуха (далее – ОВВ) создавали, наливая на дно сосудов растворы солей. После окончания экспозиции определяли количество погибших личинок.

Результаты оценки смертности для разных стадий развития лабораторной популяции после фумигации фосфином при различных концентрациях фосфина представлены в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что самой чувствительной стадией к фосфину лабораторной популяции *Tribolium castaneum* является стадия имаго. Их гибель отмечена при концентрации фосфина 15 мг/м<sup>3</sup>; гибель всех имаго произошла в диапазоне 15–35 мг/м<sup>3</sup>.

Для стадии яйца лабораторной популяции *Tribolium castaneum* характерна заметно выраженная повышенная устойчивость к фосфину. Самые чувствительные яйца начинают погибать при концентрации фосфина 300 мг/м<sup>3</sup>; гибель всех яиц лабораторной популяции *Tribolium castaneum* зафиксирована в диапазоне 300–650 мг/м<sup>3</sup>.

Самые чувствительные куколки и личинки лабораторной популяции *Tribolium castaneum* начинают погибать при концентрациях фосфина 26 и 33 мг/м<sup>3</sup> соответственно. При этом гибель всех куколок происходит в более узком диапазоне (26–74 мг/м<sup>3</sup>), нежели гибель личинок (33–103 мг/м<sup>3</sup>). Отсюда можно заключить, что куколки менее устойчивы к фосфину, чем личинки.

Результаты оценки смертности для разных стадий развития ростовской популяции *Tribolium castaneum* после

Таблица 1  
Смертность для разных стадий развития лабораторной популяции *Tribolium castaneum* после фумигации фосфином

Table 1  
Mortality rates of different development stages of the laboratory population of *Tribolium castaneum* after phosphine fumigation

Яйцо		Личинка		Куколка		Имаго	
Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %	Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %	Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %	Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %
230	0	17	0	20	0	5	0
240	0	20	0	23	0	10	0
250	0	23	0	26	5	15	54
300	6	33	30	35	66	20	82
350	77	43	64	44	83	25	97
450	88	53	85	54	90	30	99
550	95	68	91	64	95	35	100
625	98	83	94	69	99	40	100
650	100	98	98	74	100	45	100
670	100	103	100	77	100	-	-
690	100	110	100	80	100	-	-

Смертность для разных стадий развития ростовской популяции *Tribolium castaneum* после фумигации фосфиномMortality rates of different development stages of the Rostov population of *Tribolium castaneum* after phosphine fumigation

Яйцо		Личинка		Куколка		Имаго	
Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %	Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %	Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %	Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность, %
230	0	17	0	20	0	5	0
240	0	20	0	23	0	10	0
250	0	23	0	26	0	15	0
300	0	33	0	35	0	20	37
350	10	43	17	44	8	25	55
450	65	53	50	54	49	30	61
550	70	68	59	64	64	35	79
625	85	83	76	69	76	40	90
650	89	98	81	74	80	45	95
670	90	103	89	77	88	-	-
690	92	110	92	80	90	-	-

фумигации фосфином при различных концентрациях фосфина представлены в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что самой чувствительной стадией к фосфину ростовской популяции *Tribolium castaneum* является стадия имаго, так же как и лабораторной популяции. Однако, если для лабораторной популяции имаго начинают погибать, как было сказано выше, при концентрации 15 мг/м<sup>3</sup>, то для ростовской популяции требуется большая концентрация фосфина – 20 мг/м<sup>3</sup>. Часть имаго ростовской популяции *Tribolium castaneum* демонстрируют свою стойкость при максимальной концентрации фосфина – 45 мг/м<sup>3</sup> (при смертности всех имаго лабораторной популяции в диапазоне 15–35 мг/м<sup>3</sup>).

Так же, как и в случае с лабораторной популяцией, ростовская популяция стадии яйца наиболее устойчивая из всех стадий развития *Tribolium castaneum* после фумигации фосфином. Наименее устойчивые яйца ростовской *Tribolium castaneum* начинают погибать при концентрации фосфина 350 мг/м<sup>3</sup>; для лабораторной же популяции требуется концентрация фосфина на 50 мг/м<sup>3</sup> меньше, чем для ростовской. Наиболее устойчивые яйца ростовской популяции *Tribolium castaneum* демонстрируют свою стойкость при максимальной концентрации фосфина 690 мг/м<sup>3</sup>, в то время как все яйца лабораторной популяции погибают в диапазоне 300–650 мг/м<sup>3</sup>.

Личинки ростовской популяции *Tribolium castaneum* начинают погибать при концентрации фосфина 43 мг/м<sup>3</sup>, а куколки – при концентрации 44 мг/м<sup>3</sup> (для лабораторной популяции: личинки начинают гибнуть при концентрации 43 мг/м<sup>3</sup>, а куколки – при 26 мг/м<sup>3</sup>). Также следует отметить, что некоторые личинки ростовской популяции устойчиво переносят максимальную концентрацию фосфина (110 мг/м<sup>3</sup>) при смертности всех личинок лабораторной популяции в диапазоне 33–103 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее устойчивые куколки ростовской популяции *Tribolium castaneum* демонстрируют свою стойкость при максимальной концентрации фосфина 80 мг/м<sup>3</sup> при смертности всех куколок лабораторной популяции в диапазоне 26–74 мг/м<sup>3</sup>.

Чтобы определить взаимосвязь между концентрацией фосфина и гибелью *Tribolium castaneum* на разных стадиях его развития был использован пробит-анализ. Для его проведения понадобилось перевести значения концентраций фосфина в десятичные логарифмы, а значения смертности *Tribolium castaneum* – в значения пробитов. Преобразованные данные представлены в табл. 3 и 4 для лабораторной и ростовской популяций соответственно.

Используя данные табл. 3 и 4, были построены уравнения регрессии резистентности к фосфину разных стадий развития *Tribolium castaneum* лабораторной и ростовской популяций, установлена сила связи между данными показателями и рассчитана смертельная концентрация фосфина, вызывающая гибель 99,9 % *Tribolium castaneum* на разных стадиях развития (СК-99,9) (табл. 5).

Согласно данным, приведенным в табл. 5, между смертностью *Tribolium castaneum* на разных стадиях развития и концентрацией фосфина выявлена очень тесная связь, поскольку коэффициент корреляции во всех случаях стремится к 1.

Что касается резистентности популяций к фосфину на разных стадиях развития, то о ней позволяет сделать вывод смертельная концентрация фосфина, вызывающая гибель 99,9 % *Tribolium castaneum* на разных стадиях развития (СК-99,9).

В ходе опытов установлено, что для стадии яйца *Tribolium castaneum* лабораторной популяции смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % яиц, составила 651,48 мг/м<sup>3</sup>. Ростовская популяция оказалась более устойчивой к фосфину, для нее смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % яиц, составила 841, мг/м<sup>3</sup>, что свидетельствует об устойчивости перед лабораторной популяцией в 1,3 раза.

Для стадии личинки *Tribolium castaneum* лабораторной популяции смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % личинок, составила 103,28 мг/м<sup>3</sup>. Ростовская в 1,5 раз более устойчива к фосфину, чем лабораторная.

Преобразованные данные концентраций фосфина и смертности разных стадий развития *Tribolium castaneum* лабораторной популяции

Converted data on phosphine concentrations and mortality rates of different developmental stages of *Tribolium castaneum* laboratory population

Яйцо		Личинка		Куколка		Имаго	
Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)	Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)	Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)	Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)
2,3617	0	1,2304	0	1,3010	0	0,6990	0
2,3802	0	1,3010	0	1,3617	0	1,0000	0
2,3979	0	1,3617	0	1,4150	3,36	1,1761	5,1
2,4771	3,45	1,5185	4,48	1,5441	5,41	1,3010	5,92
2,5441	5,74	1,6335	5,36	1,6435	5,95	1,3979	6,55
2,6532	6,18	1,7243	6,04	1,7324	6,28	1,4771	6,88
2,7404	6,64	1,8325	6,34	1,8062	6,64	1,5441	7,33
2,7959	7,05	1,9191	6,55	1,8388	7,33	1,6021	8,09
2,8129	8,09	1,9912	7,05	1,8692	8,09	1,6532	8,09
2,8261	8,09	2,0128	8,09	1,8865	8,09	-	-
2,8388	8,09	2,0414	8,09	1,9031	8,09	-	-

Преобразованные данные концентраций фосфина и смертности разных стадий развития *Tribolium castaneum* ростовской популяции

Converted data on phosphine concentrations and mortality rates of different developmental stages of *Tribolium castaneum* Rostov population

Яйцо		Личинка		Куколка		Имаго	
Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)	Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)	Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)	Концентрация фосфина (X)	Смертность (Y)
2,3617	0	1,2304	0	1,3010	0	0,6990	0
2,3802	0	1,3010	0	1,3617	0	1,0000	0
2,3979	0	1,3617	0	1,4150	0	1,1761	0
2,4771	0	1,5185	0	1,5441	0	1,3010	4,67
2,5441	3,72	1,6335	4,05	1,6435	3,59	1,3979	5,13
2,6532	5,39	1,7243	5	1,7324	4,97	1,4771	5,28
2,7404	5,52	1,8325	5,23	1,8062	5,36	1,5441	5,81
2,7959	6,04	1,9191	5,71	1,8388	5,71	1,6021	6,28
2,8129	6,23	1,9912	5,88	1,8692	5,84	1,6532	6,64
2,8261	6,28	2,0128	6,23	1,8865	6,18	-	-
2,8388	6,41	2,0414	6,41	1,9031	6,28	-	-

Статистические показатели резистентности к фосфину лабораторной и ростовской популяций *Tribolium castaneum* на разных стадиях развития

Statistical resistance indices to phosphine of laboratory and Rostov populations of *Tribolium castaneum* at different development stages

Стадия развития	Популяция	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции, r	СК-99,9, мг/м <sup>3</sup>	Показатель резистентности
Яйцо	Лабораторная	$Y=16,7833x-39,1368$	0,958	651,48	1,0
	«Ростовская»	$Y=14,6928x-34,9072$	0,965	844,1	1,3
Личинки	Лабораторная	$Y=10,3094x-12,6736$	0,960	103,28	1,0
	«Ростовская»	$Y=9,0627x-11,7957$	0,953	156,39	1,5
Куколки	Лабораторная	$Y=12,8037x-15,9170$	0,956	74,99	1,0
	«Ростовская»	$Y=12,1192x-16,7153$	0,963	111,38	1,5
Имаго	Лабораторная	$Y=9,6367x-7,3600$	0,950	40,11	1,0
	«Ростовская»	$Y=8,3747x-7,2705$	0,909	68,25	1,7

Те же выводы можно применить и относительно стадии «куколка», устойчивость ростовской популяции превосходит устойчивость лабораторной популяции в 1,5 раза (смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % куколок лабораторной популяции, составила 74,99 мг/м<sup>3</sup>, а для ростовской – 111,38 мг/м<sup>3</sup>).

Смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % имаго *Tribolium castaneum* лабораторной популяции, составила 40,11 мг/м<sup>3</sup>. Для имаго *Tribolium castaneum* ростовской популяции смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 %, составила 68,25 мг/м<sup>3</sup>.

превысила лабораторную популяцию в 1,7 раз и составила 68,25 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, из вышесказанного можно сделать вывод, что и для лабораторной, и ростовской популяций *Tribolium castaneum* стадия яйца обладает повышенной устойчивостью к фосфину, чего нельзя сказать о стадии имаго.

Также следует отметить, что на всех стадиях развития *Tribolium castaneum* ростовская популяция более устойчива к фосфину, чем лабораторная.

Далее проведено исследование устойчивости личинок капрового жука (*Trogoderma granarium* Ev.) – самого опасного из вредителей зернохранилищ, включенного в Перечень карантинных вредителей в нашей стране в 1935 г., к фосфину.

Капровый жук чрезвычайно многояден. Вредят личинки, а жуки всю свою короткую жизнь не питаются. Вредоносность личинок зарегистрирована более чем на 60 видах различных растительных продуктов. Наиболее сильные повреждения они причиняют хранящемуся зерну и зернопродуктам, семенам кукурузы, зернобобовых, масличных, бахчевых и других культур.

Капровый жук способен давать вспышки массового размножения, нередко вызывающие потери в 25 % хранящегося зерна. Известны случаи уничтожения личинками и до 70 % всей продукции [4, с. 74].

Вредоносность капрового жука обусловлена целым рядом его биологических особенностей. Он очень вынослив, способен переносить температуру выше 44,2 °С и выживать при минус 10 °С. При полном отсутствии пищи личинки могут длительное время голодать [5, с. 38].

Развитие капрового жука зависит от количества и качества пищи и температурного режима. При неблагоприятных условиях личинки впадают в состояние покоя (диапаузу), которое может длиться годами. Диапаузирующие личинки особенно устойчивы к различным фумигантам [6, с. 82].

Последний случай обнаружения капрового жука в России приходится на октябрь 2023 г., когда в Санкт-Петербурге в морском порту при проведении карантинного фитосанитарного контроля 260 т риса Россельхознадзором выявлен капровый жук [7].

Для эффективной борьбы с личинками *Trogoderma granarium* Ev. в случае их обнаружения важно установить зависимость смертности активных личинок природной и лабораторной популяций от химических веществ, а именно от фосфина в различных концентрациях.

Для проведения исследований использовали активные личинки *Trogoderma granarium* Ev., собранные в морском порту г. Санкт-Петербурга.

Личинки лабораторной популяции были взяты из лабораторной культуры, содержащиеся в лаборатории без контакта с химическими веществами на протяжении свыше 55 лет.

Активные личинки *Trogoderma granarium* Ev. фумигировали в стеклянных сосудах при различных концентрациях фосфина и разных экспозициях.

Температуру регулировали, помещая сосуды в термостаты. Необходимую ОВВ создавали, наливая на дно сосу-

дов растворы солей. После окончания экспозиции определяли количество погибших личинок.

Результаты оценки смертности личинок лабораторной и петербургской популяций *Trogoderma granarium* Ev. при температуре +26 °С после фумигации фосфином представлены в табл. 6 и 7 соответственно.

Из табл. 6 видно, что при увеличении концентрации фосфина наблюдалось сокращение экспозиции, при которой отмечалась массовая гибель личинок лабораторной популяции. Следует отметить, что при концентрации фосфина 10 мг/м<sup>3</sup> при экспозиции пять суток смертность личинок лабораторной популяции *Trogoderma granarium* Ev. составила лишь 14 %.

Увеличение концентрации фосфина до 15 мг/м<sup>3</sup> способствовало росту гибели личинок лабораторной популяции до 48 % на пятые сутки экспозиции. При применении концентрации фосфина 20–30 мг/м<sup>3</sup> и увеличении экспозиции газации отмечается гибель большей доли личинок лабораторной популяции *Trogoderma granarium* Ev., однако 100%-ной гибели личинок на пятые сутки достичь не удалось.

Таблица 6

Смертность личинок лабораторной популяции *Trogoderma granarium* Ev. при температуре +26 °С после фумигации фосфином

Table 6

Mortality of larvae of *Trogoderma granarium* Ev. laboratory population at 26 °C after phosphine fumigation

Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность личинок (%) при экспозиции газации (сут.)				
	1	2	3	4	5
10	0	0	0	9	14
15	0	0	10	17	48
20	0	3	30	37	88
25	3	11	60	90	92
30	10	44	71	96	99
40	43	82	84	99	100
60	82	91	95	100	-
80	90	97	100	100	-
100	96	100	100	-	-
120	100	100	-	-	-

Таблица 7

Смертность личинок петербургской популяции *Trogoderma granarium* Ev. при температуре +26 °С после фумигации фосфином

Table 7

Mortality of larvae of *Trogoderma granarium* Ev. Petersburg population at 26 °C after phosphine fumigation

Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность личинок (%) при экспозиции газации (сут.)				
	1	2	3	4	5
10	0	0	0	0	8
15	0	0	0	7	30
20	0	0	10	14	76
25	0	7	28	60	87
30	5	10	56	77	93
40	30	39	63	84	94
60	50	57	76	87	-
80	57	74	82	90	-
100	68	80	85	-	-
120	80	83	-	-	-

Для полной гибели личинок лабораторной популяции при фумигации фосфином в концентрации 40 мг/м<sup>3</sup> потребовалось пять суток. Увеличение концентрации фосфина до 60 мг/м<sup>3</sup> обеспечило 100%-ную гибель личинок в течение четырех суток; до 80 – в течение трех; до 100 и 120 мг/м<sup>3</sup> – в течение двух суток.

Согласно данным табл. 7, можно заключить, что гибель личинок петербургской популяции так же, как и в случае личинок лабораторной популяции *Trogoderma granarium* Ev., возрастает при увеличении концентрации фосфина и сокращении экспозиции. Однако 100%-ной гибели личинок петербургской популяции *Trogoderma granarium* Ev. при увеличении концентрации фосфина до максимума (120 мг/м<sup>3</sup>) и сокращении экспозиции достичь не удалось, это говорит о том, что личинки петербургской популяции

вызывающей гибель 99,9 % личинок в популяции (СК-99,9) (табл. 9).

Из табл. 9 видно, что связь между смертностью личинок *Trogoderma granarium* Ev. и концентрацией фосфина очень сильная, о чем свидетельствуют значения коэффициентов корреляции.

О резистентности популяций к фосфину позволяет сделать вывод смертельная концентрация фосфина, вызывающая гибель 99,9 % личинок в популяции (СК-99,9).

Следует отметить, что для лабораторной популяции смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % личинок *Trogoderma granarium* Ev., ниже, чем для петербургской популяции. Причем с увеличением времени экспозиции устойчивость петербургской популяции личинок *Trogoderma granarium* Ev. к фосфину снижается:

Таблица 8

Значения концентраций фосфина, переведенные в десятичные логарифмы, и значения смертности личинок *Trogoderma granarium* Ev., переведенные в соответствующие значения пробитов

Table 8

Phosphine concentration values converted to decimal logarithms and *Trogoderma granarium* Ev. larval mortality values converted to the corresponding probit values

Концентрация фосфина (X)	Смертность личинок по популяциям (Y) при экспозиции газации (сут.)									
	1		2		3		4		5	
	Лабораторная популяция	Петербургская популяция	Лабораторная популяция	Петербургская популяция	Лабораторная популяция	Петербургская популяция	Лабораторная популяция	Петербургская популяция	Лабораторная популяция	Петербургская популяция
1,0000	0	0	0	0	0	0	3,66	0	3,92	3,59
1,1761	0	0	0	0	3,72	0	4,05	3,52	4,95	4,48
1,3010	0	0	3,12	0	4,48	3,72	4,67	3,92	6,18	5,71
1,3979	3,12	0	3,77	3,52	5,25	4,42	6,28	5,25	6,41	6,13
1,4771	3,72	3,36	4,85	3,72	5,55	5,15	6,75	5,74	7,33	6,48
1,6021	4,82	4,48	5,92	4,72	5,99	5,33	7,33	5,99	8,09	6,55
1,7782	5,92	5	6,34	5,18	6,64	5,71	8,09	6,13	-	-
1,9031	6,28	5,18	6,88	5,64	8,09	5,92	8,09	6,28	-	-
2,0000	6,75	5,47	8,09	5,84	8,09	6,04	-	-	-	-
2,0792	8,09	5,84	8,09	5,95	-	-	-	-	-	-

более устойчивы к фосфину по сравнению с лабораторной популяцией.

Для определения силы взаимосвязи между концентрацией фосфина и гибелью личинок *Trogoderma granarium* Ev. был проведен пробит-анализ. Для этого значения концентраций фосфина, представленные в табл. 6 и 7, были переведены в десятичные логарифмы, а значения смертности личинок *Trogoderma granarium* Ev. – в соответствующие значения пробитов. Преобразованные данные представлены в табл. 8, на основании которой построены уравнения регрессии.

Используя преобразованные данные концентраций фосфина и смертности личинок *Trogoderma granarium* Ev. в программе Microsoft Excel были построены уравнения регрессии резистентности к фосфину личинок лабораторной и петербургской популяций *Trogoderma granarium* Ev. и произведен расчет смертельной концентрации фосфина,

Таблица 9

Статистические показатели резистентности к фосфину лабораторной и петербургской популяций личинок *Trogoderma granarium* Ev. в зависимости от времени экспозиции газации

Table 9

Statistical resistance indices to phosphine of laboratory and Petersburg populations of *Trogoderma granarium* Ev. larvae depending on the fumigation exposure time

Время экспозиции, сут.	Популяция	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции, r	СК-99,9, мг/м <sup>3</sup>	Показатель резистентности личинок
1	Лабораторная	Y=8,0341x-8,7553	0,965	124,94	1,0
	Петербургская	Y=6,6217x-7,4728	0,923	224,03	1,9
2	Лабораторная	Y=7,8917x-7,6955	0,966	100,07	1,0
	Петербургская	Y=6,5908x-6,9346	0,905	190,37	1,9
3	Лабораторная	Y=6,9554x-5,2256	0,943	82,11	1,0
	Петербургская	Y=6,2889x-5,4958	0,880	144,64	1,8
4	Лабораторная	Y=5,8224x-2,3806	0,948	62,85	1,0
	Петербургская	Y=6,1629x-4,3597	0,876	104,74	1,7
5	Лабораторная	Y=7,0152x-3,1534	0,994	40,06	1,0
	Петербургская	Y=5,3665x-1,6245	0,967	64,60	1,6

в первые и вторые сутки экспозиции устойчивость петербургской популяции личинок к фосфину в 1,9 раз превышала устойчивость лабораторной популяции; третьи – в 1,8; четвертые – в 1,7; в пятые – в 1,6 раз.

Таким образом, следует отметить, что чем выше концентрация фосфина, тем короче эффективная экспозиция газации.

Далее проведено исследование устойчивости имаго четырех популяций амбарных долгоносиков *Sitophilus granaries* L. (лабораторной, ставропольской, краснодарской и тамбовской) к фосфину.

Имаго ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций были собраны на агрофирмах Ставропольского и Краснодарского краев, Тамбовской области, помещены в лаборатории на зерновые запасы влажностью 15 %, которые на протяжении двух месяцев содержали в термостате при температуре выше 25 °С в целях получения в нужном количестве имаго-потомков первой популяции для проведения опытов.

Имаго лабораторной популяции были взяты из лабораторной культуры, содержащиеся в лаборатории без контакта с химическими веществами на протяжении свыше 55 лет.

Отбор имаго для опыта осуществлялся без разделения по полу и возрасту. После чего имаго *Sitophilus granaries* L. помещали в стеклянные капсулы, наполненные небольшим количеством зерна.

Резистентность имаго к фосфину оценивали по экспресс-методу Detia Degesch. Внутрь пластиковой емкости объемом 5 л наливали воду в количестве 50 мл и помещали две пеллеты фосфида магния по 1 г каждая.

После полного разложения препарата приступали к измерению концентрации фосфина, используя индикаторную трубку. Внутрь герметичного шприца объемом 100 мл помещали 30 взрослых имаго *Sitophilus granaries* L.

Шприцем с находящимися внутри имаго путем прокола гибкой трубочкой отбирали необходимый объем газа и переносили в стеклянные банки через резиновые трубочки на их крышках. До того, как ввести газ, в банках создавали небольшое разрежение, после чего выравнивали в них давление с атмосферным.

Количество вводимого в фумигационную камеру газа обеспечивало его необходимую концентрацию. Опыт предполагал исследование смертности имаго при 11 концентрациях фосфина: 25, 30, 35, 40, 50, 70, 90, 110, 120, 125, 130 мг/м<sup>3</sup> в трех повторностях, в каждой из которых использовалось по 30 имаго *Sitophilus granaries* L.

Фумигационные камеры содержали в термостатах при температуре +25 °С. Температуру регулировали, помещая сосуды в термостаты. Необходимую ОВВ создавали, наливая на дно сосудов растворы солей.

Спустя 24 ч экспозиции, осуществляли дегерметизацию и дегазирование банок с имаго. После чего через сутки в опытных и контрольных вариантах проводили оценку состояния имаго, опре-

деляя процент живых и мертвых насекомых. Следующим необходимым этапом явилась статистическая обработка результатов исследований. Для этого была рассчитана средняя смертность имаго из трех повторностей опыта в процентах, которые были переведены в пробиты смертности; концентрация фосфина – в десятичные логарифмы. С помощью пробит-анализа установлена зависимость смертности лабораторной и природной популяций имаго *Sitophilus granaries* L. от концентрации фосфина. На основе построенного уравнения регрессии произведен расчет СК-99,9 – концентрации, при которой погибает 99,9 % популяции имаго в течение 24 ч экспозиции при температуре +25 °С и ОВВ 75 %.

Результаты оценки смертности лабораторной, ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций амбарного долгоносика *Sitophilus granaries* L. после фумигации фосфином при 11 концентрациях фосфина представлены в табл. 10.

Из табл. 10 следует, что гибель самых чувствительных имаго лабораторной популяции отмечена при концентрации фосфина 40 мг/м<sup>3</sup>; гибель всех имаго – в диапазоне 40–120 мг/м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что наиболее чувствительные имаго *Sitophilus granaries* L. природной популяции начинают погибать при концентрации фосфина 50 мг/м<sup>3</sup>, т. е. для данной популяции требуется более высокая концентрация фосфина, чем для лабораторной. Наиболее устойчивые имаго ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций показали свою стойкость при максимальной концентрации фосфина (130 мг/м<sup>3</sup>).

Для наглядности представим данные в виде табл. 11, где переведем значения концентраций фосфина в десятичные логарифмы и обозначим X, а значения смертности имаго – в соответствующие значения пробитов и обозначим Y.

На основании данных табл. 11 в программе Microsoft Excel построим уравнение регрессии резистентности

Таблица 10

Смертность имаго лабораторной и природной популяций *Sitophilus granaries* L. после фумигации фосфином

Table 10

Mortality of adults of laboratory and natural populations of *Sitophilus granaries* L. after phosphine fumigation

Концентрация фосфина, мг/м <sup>3</sup>	Смертность имаго, %			
	Лабораторная популяция	Ставропольская популяция	Краснодарская популяция	Тамбовская популяция
25	0	0	0	0
30	0	0	0	0
35	0	0	0	0
40	11	0	0	0
50	78	15	20	14
70	89	72	76	57
90	93	77	80	66
110	97	81	85	72
120	100	82	84	77
125	100	84	87	80
130	100	86	90	83

Таблица 11  
Значения десятичных логарифмов для исследованных концентраций фосфина и пробитное значение от экспериментально установленного процента гибели имаго природной и лабораторной популяций *Sitophilus granaries* L.

Table 11  
Decimal logarithm values for the tested phosphine concentrations and probit values from the experimentally determined adult mortality percent of *Sitophilus granaries* L. natural and laboratory populations

Концентрация фосфина (X)	Смертность имаго (Y)			
	Лабораторная популяция	Ставропольская популяция	Краснодарская популяция	Тамбовская популяция
1,3979	0	0	0	0
1,4771	0	0	0	0
1,5441	0	0	0	0
1,6021	3,77	0	0	0
1,6990	5,77	3,96	4,16	3,25
1,8451	6,23	5,58	5,71	5,18
1,9542	6,48	5,74	5,84	5,41
2,0414	6,88	5,88	6,04	5,58
2,0792	8,09	5,92	5,99	5,74
2,0969	8,09	5,99	6,13	5,84
2,1139	8,09	6,08	6,28	5,95

Таблица 12  
Статистические показатели резистентности к фосфину лабораторной и природной популяций *Sitophilus granaries* L.

Table 12  
Statistical indices of resistance to phosphine in laboratory and natural populations of *Sitophilus granaries* L.

Популяции	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции, r	СК-99,9, мг/м <sup>3</sup>	Показатель резистентности имаго
Лабораторная	$Y=11,7443x-16,3395$	0,945	120,25	1,00
Ставропольская	$Y=10,0301x-14,5416$	0,941	180,47	1,5
Краснодарская	$Y=10,2481x-14,8441$	0,939	172,94	1,4
Тамбовская	$Y=9,6656x-14,0229$	0,944	194,00	1,6

к фосфину лабораторной, ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций *Sitophilus granaries* L.

В табл. 12 приведены статистические показатели резистентности к фосфину лабораторной, ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций *Sitophilus granaries* L.

С помощью полученных уравнений регрессии, представленных в табл. 12, можно определить концентрацию фосфина в мг/м<sup>3</sup>, которая вызывает отмирание любой доли популяции имаго в процентах, или определить смертность имаго в популяции для любой концентрации фосфина [8, с. 538].

Связь между смертностью имаго и концентрацией фосфина характеризуют коэффициенты корреляции, которые близки к максимуму – 1, что говорит об очень сильной связи.

Наибольший интерес представляет смертельная концентрация фосфина, вызывающая гибель 99,9 % имаго в популяции (СК-99,9), на основе которой можно сделать вывод о резистентности популяций к фосфину.

Из табл. 12 видно, что для лабораторной популяции смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % особей имаго, составила 120,25 мг/м<sup>3</sup>. Наиболее устойчивыми к фосфину оказались имаго тамбовской популяции – в 1,6 раз больше, чем имаго лабораторной

популяции; смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % особей имаго тамбовской популяции, составила 194 мг/м<sup>3</sup>.

Также в ходе опытов установлено, что для имаго ставропольской и краснодарской популяций смертельная концентрация фосфина, вызывающая отмирание 99,9 % имаго, составила 180,47 и 172,94 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Это свидетельствует о превышении устойчивости имаго ставропольской и краснодарской популяций над устойчивостью имаго лабораторной популяции в 1,5 и в 1,4 раза соответственно.

Режимы фумигации фосфином зерна, включенные в нормативные документы, были установлены нами на основании изучения устойчивости к фосфину лабораторных популяций насекомых [9, с. 92], использованных в опыте в качестве эталона.

В государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации в 2020 г. [10], установлена нормативная величина произведения концентрации на время экспозиции (ПКЭ-99,9), равная 25 г·ч/м<sup>3</sup>, достигнув которую фумигируемый объект обеззараживается.

Специалисты, осуществляющие фумигацию зерновых запасов, должны контролировать концентрацию фосфина и производить расчет ПКЭ и по достижению нормативного значения 25 г·ч/м<sup>3</sup> прекратить экспозицию и провести дегазацию зерновых запасов.

Поскольку ставропольская, краснодарская и тамбовская популяции имаго *Sitophilus granaries* L. оказались более устойчивы к воздействию фосфина в 1,5, 1,4 и 1,6 раза, нежели

лабораторная популяция, для уничтожения насекомых данных популяций необходимо чтобы ПКЭ в 1,5, 1,4 и 1,6 раза превышал нормативное значение. То есть при ПКЭ, равным 37,5 г·ч/м<sup>3</sup> (25 × 1,5), 35 г·ч/м<sup>3</sup> (25 × 1,4) и 40 г·ч/м<sup>3</sup> (25 × 1,6), можно уничтожить имаго *Sitophilus granaries* L. ставропольской, краснодарской и тамбовской популяций.

Согласно исследованиям Г. А. Закладного, А. Л. Догадина [11, с. 39], в которых ученые отмечают удручающее состояние отечественных зерноскладов, мельзаводов и хлебоприемных предприятий по уровню герметичности, что не позволит достичь величины ПКЭ, равной 35, 37,5 и 40 г·ч/м<sup>3</sup>. Отсюда можно заключить бесполезность и опасность фумигации фосфином на агрофирмах в Ставропольском, Краснодарском краях и Тамбовской области, где были отобраны образцы имаго *Sitophilus granaries* L. для оценки их резистентности к фосфину.

Ее бесполезность объясняется неэффективностью любой фумигации фосфином зерна по причине недостаточной герметичности зернохранилищ, что приведет к большим утечкам фосфина, вследствие чего уничтожить насекомых в зерне не получится.

Опасность состоит в том, что каждая фумигация сделает насекомых более устойчивыми к фосфину. Это объясня-



ется тем, что выжившие самые устойчивые насекомые-родители, вследствие недостаточной концентрации фосфина по причине его утечки в последующих поколениях, дадут более резистентное к фосфину потомство.

Таким образом, в ходе исследований установлена сильная связь между смертностью различных популяций вредителей зерновых запасов и концентрацией фосфина. Также было доказано, что скорость воздействия фосфина зависит от реальной концентрации газа, времени экспозиции, вида зернового вредителя и стадии его развития.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Закладной, Г. А. Сколько зерна пшеницы кушают насекомые / Г. А. Закладной // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2017. – № 8 (8). – С. 160–166.
2. Юлдашева, Ш. Ж. Влияние амбарных вредителей на качество зерна пшеницы / Ш. Ж. Юлдашева // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 2 (37). – С. 27–29.
3. Закладной, Г. А. Фосфин: монография / Г. А. Закладной. – Москва : ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ, 2018. – 186 с.
4. Вредные организмы, имеющие карантинное фитосанитарное значение для Российской Федерации: справочник под ред. С. А. Данкверта [и др.]. – Воронеж : Научная книга, 2006. – С. 73–80.
5. Мордкович, Я. Б. Влияние длительности диапаузы личинок капрового жука на устойчивость к препаратам фосфина / Я. Б. Мордкович, Е. А. Соколов // Защита и карантин растений. – 2018. – № 8. – С. 37–38.
6. Монро, Н. А. Руководство по фумигации для борьбы с насекомыми / Н. А. Монро: сборник работ по вопросам карантина растений. – 1982. – № 10. – С. 80–216.
7. «В Петербург не пустили 260 тонн индийского риса – в нем нашли жуков» // Петербургский формат. – URL: <https://spbformat.ru/news/v-peterburg-ne-pustili-260-tonn-indijskogo-risa-v-nem-nashli-zhukov/> (дата обращения: 29.12.2023).
8. Закладной, Г. А. Первое обнаружение резистентности природной популяции рисового долгоносика *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Dry ophthoridae) к фосфину в России / Г. А. Закладной // Энтомологическое обозрение. – 2020. – Т. 99, № 3. – С. 535–539.
9. Закладной, Г. А. Биологические основы применения фосфина для борьбы с насекомыми – вредителями хлебных запасов / Г. А. Закладной, С. А. Желтова // Труды ВНИИЗ. – 1987. – № 109. – С. 87–93.
10. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2020 год, утвержденный Минсельхозом России. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=750664#cD00kzTSityG SOV>. (дата обращения: 29.12.2023).
11. Закладной, Г. А. Проблемы при фумигации мельниц в России / Г. А. Закладной, А. Л. Догадин // Хлебопродукты. – 2014. – № 12. – С. 39.

## References

1. Zakladnoy, G. A. Skolko zerna pshenicy kushayut nasekomye [How many grains of wheat do insects eat] / G. A. Zakladnoy // Innovacionnye tekhnologii proizvodstva i hraneniya materialnyh cennostej dlya gosudarstvennyh nuzhd [Innovative Production and Storage Technologies of Material Assets for State Needs]. – 2017. – № 8 (8). – P. 160–166.
2. Yuldasheva, Sh. Zh. Vliyanie ambarnyh vreditel'ej na kachestvo zerna pshenicy [The influence of barn pests on the quality of wheat grain] / Sh. Zh. Yuldasheva // Nauka i obrazovanie segodnya [Science and Education Today]. – 2019. – № 2 (37). – P. 27–29.
3. Zakladnoy, G. A. Fosfin. Monografiya [Phosphine. Monograph] / G. A. Zakladnoy. – Moscow : SPECIALIST TRAINING CENTER, 2018. – 186 p.
4. Vrednye organizmy, imeyushchie karantinnoe fitosanitarnoe znachenie dlya Ros-sijskoj Federacii [Harmful organisms of quarantine phytosanitary importance for the Russian Federation] / Handbook edited by S. A. Dankvert et al. – Voronezh : Nauchnaya kniga, 2006. – P. 73–80.
5. Mordkovich, Ya. B. Vliyanie dlitel'nosti diapauzy lichinok kaprovogo zhuka na ustojchivost k preparatam fosfina [The effect of the diapause duration of khapra beetle larvae on resistance to phosphine preparations] / Ya. B. Mordkovich, E. A. Sokolov // Zashchita i karantin rastenij [Protection and Quarantine of Plants]. – 2018. – № 8. – P. 37–38.
6. Monroe, N. A. Rukovodstvo po fumigacii dlya borby s nasekomymi [Guide to fumigation for insect control] / N. A. Monroe // Sbornik rabot po voprosam karantina rastenij [Collection of Papers on Plant Quarantine]. – 1982. – № 10. – P. 80–216.
7. "V Peterburg ne pustili 260 tonn indijskogo risa – v nem nashli zhukov" ["260 tons of Indian rice were not allowed in St. Petersburg – beetles were found in it"] // Petersburg format. – URL: <https://spbformat.ru/news/v-peterburg-ne-pustili-260-tonn-indijskogo-risa-v-nem-nashli-zhukov/> (date of application: 29.12.2023).
8. Zakladnoy, G. A. Pervoe obnaruzhenie rezistentnosti prirodnoj populyacii risovogo dolgonosika *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Dry ophthoridae) k fosfinu v Rossii [The first detection of phosphine resistance in a natural population of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Dry ophthalmidae) in Russia] / G. A. Zakladnoy // Entomologicheskoe obozrenie [Entomological Review]. – 2020. – Vol. 99. – № 3. – P. 535–539.
9. Zakladnoy, G. A. Biologicheskie osnovy primeneniya fosfina dlya borby s nasekomymi – vreditel'yami hlebnih zapasov [The biological basis for the use of phosphine for the control of insect pests of grain stocks] / G. A. Zakladnoy, S. A. Zheltova // Proceedings of the VNIIZ. – 1987. – № 109. – P. 87–93.

10. Gosudarstvennyj katalog pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii. 2020 god, utverzhdenyj Minselhozom Rossii [The state catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. 2020, approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. – URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=750664#cD00kzTSI-tyuGSOV> (date of application: 29.12.2023).
11. Zakladnoy, G. A. Problemy pri fumigacii melnic v Rossii [Problems with fumigation of mills in Russia] / G. A. Zakladnoy, A. L. Dogadin // Khleboprodukty [Bread Products]. – 2014. – № 12. – P. 39.

#### Информация об авторе:

**Маликов Виталий Валерьевич** – аспирант Всероссийского центра карантина растений (140150, Московская область, г. о. Раменский, р. п. Быково, ул. Пограничная, д. 32; e-mail: malikoff@inbox.ru).

#### About the author:

**Vitaly V. Malikov** – Postgraduate Student at the All-Russian Plant Quarantine Centre (32 Pogranichnaya st., Bykovo settlement, Ramenskiy, Moscow Region 140150, Russian Federation; e-mail: malikoff@inbox.ru).

#### Для цитирования:

Маликов, В. В. Оценка резистентности природных популяций вредителей зерновых запасов к фосфину / В. В. Маликов // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 89–98.

#### For citation:

Malikov, V. V. Ocenka rezistentnosti prirodnyh populyacij vreditel'ey zernovykh zapasov k fosfinu [Resistance assessment of natural populations of grain reserves pest to phosphine] / V. V. Malikov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 89–98.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 29.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 29.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Влияние электромагнитного излучения на повышение всхожести семян

А. Н. Пожирицкая, А. М. Турлакова, В. Г. Зайнуллин

Институт агrobiотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар  
alexa-rgz@yandex.ru

### Аннотация

Оценена возможность применения электромагнитного излучения для повышения всхожести семян свеклы сорта Бордо 237. Полученные показатели указывают на стимуляцию электромагнитным излучением повышения жизнеспособности семян с низкими посевными данными.

### Ключевые слова:

электромагнитное излучение, свекла, жизнеспособность семян

### Введение

Для сельского хозяйства важным на сегодняшний день является использование сортовых семян с высокими посевными качествами. Срок использования семян ограничен ухудшением посевных качеств в течение длительного времени. В связи с этим наиболее актуальным становится поиск способов, направленных на улучшение ростовых свойств растений на начальных стадиях и увеличение энергии прорастания и всхожести семян. Один из способов активации – предпосевная обработка семян электромагнитным излучением (далее – ЭМИ).

Изменение урожайности семян зерновых культур, роста и развития рассады овощных культур, предварительно облученных в электромагнитном поле (далее – ЭП), зависит также от степени возмущенности естественного электромагнитного поля (далее – ЕЭП) в период вегетации, и эта зависимость имеет линейный, постоянно возрастающий характер. Предварительное облучение семян и рассады в низкоинтенсивном ЭП оказывает активизирующее влияние, и такой посадочный материал становится более жизнестойким при дальнейшем выращивании в открытом грунте на фоне ЕЭП [1].

Обработка семян электромагнитными волнами позволяет ускорить процесс всхожести семян и свести потери посевного материала к минимуму, увеличить энергию роста семян в три раза, провести профилактику от патогенной микрофлоры и повысить жизнестойкость растений в условиях нестабильного климата ввиду интенсивного роста корневой системы [2].

Электромагнитное воздействие на семена является одним из наиболее перспективных способов предпосев-

## The effect of electromagnetic radiation as increasing the seed germination

A. N. Pozhiritskaya, A. M. Turlakova, V. G. Zainullin

Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar  
alexa-rgz@yandex.ru

### Abstract

The article examines the results of testing beets of the Bordo 237 variety. The data obtained indicate a positive effect of electromagnetic radiation on the viability of seeds with low sowing data.

### Keywords:

electromagnetic radiation, beet, seed viability

ной обработки, поскольку это экологически чистый вид энергии, который при грамотно организованных мероприятиях по защите не оказывает вредного воздействия на обслуживающий персонал, точно и легко дозируется, процесс обработки является весьма технологичным с легко автоматизируемыми операциями. К тому же выросшие из обработанных семян растения не имеют патологических изменений и мутаций [3].

Влияние низкоинтенсивного ЭМИ на растения изучается исследователями разных стран на протяжении последних десятилетий [4]. Однако механизм его действия до конца еще не выяснен, но уже установлено, что при обработке ЭМИ происходит активизация ферментов в растительной клетке. У растений, выросших из обработанных семян, увеличивается энергия прорастания, лабораторная и полевая всхожесть, повышается продуктивность и устойчивость к неблагоприятным условиям среды, в том числе и биогенного характера [5].

Цель исследования – изучить влияние электромагнитного излучения на жизнеспособность семян с истекшим сроком годности.

### Материалы и методы

Эксперименты проводили летом 2024 г. на участке Института агrobiотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. В качестве исследовательского материала взяли семена свеклы столовой среднераннего сорта Бордо 237 урожая 2020 г. Семена обрабатывали ЭМИ в течение 10 мин при помощи установки «ТОР». Высев семян произвели 07.06.2024 в двух

повторностях по 55 шт. Схема опыта: 1 – контроль (необлученные семена), 2 – облученные семена.

## Результаты и их обсуждение

Как видно на рис. 1, максимальная всхожесть семян наблюдалась при обработке семян ЭМИ в сравнении с контролем. В конце июня вышло: в контроле – шесть растений, и 13, обработанных ЭМИ.

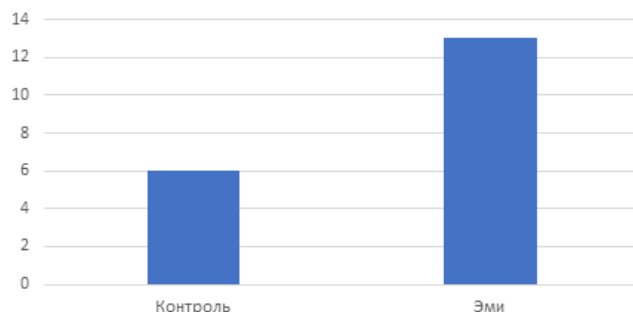


Рисунок 1. Число всходов, шт., 24.06.2024.  
Figure 1. Number of seedlings, pcs, 24.06.2024.

Такая всхожесть семян в контроле указывает на низкую энергию прорастания по сравнению с обработанными семенами.

На рис. 2 видно, что количество растений в контроле на 17-й день стало меньше, а количество растений, обработанных ЭМИ, осталось прежним. Это указывает на снижение жизнестойкости растений в контроле.

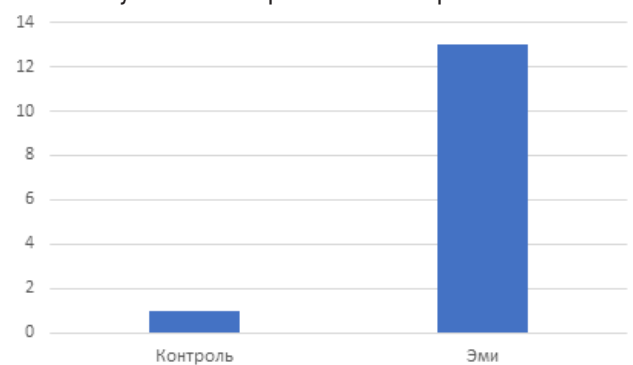


Рисунок 2. Число проросших растений, шт., 30.07.2024.  
Figure 2. Number of sprouts, pcs, 30.07.2024.

При подсчете проросших растений 30.07.2024 количество жизнеспособных ростков свеклы превысило контроль на 22 %.

Под действием ЭМИ изменился средний вес корнеплодов и ботвы. Средний вес корнеплодов в контроле составил 0,061 г, а средний вес обработанных корнеплодов – 0,091 г. Средний вес ботвы отличается значительно: в контроле – 0,022 г, при обработке – 0,086 г. Полученные результаты позволяют предположить, что обработка ЭМИ приводит к стимуляции процессов в семенах, реализующихся на повышение их всхожести и силе роста.

## Вывод

Представленные результаты позволяют говорить о том, что обработка семян с истекшим сроком годности стимулирует их всхожесть. Во-первых, при обработке ЭМИ коли-

чество жизнеспособных семян превысило контроль более чем на 20 %. Во-вторых, обработка ЭМИ положительно отразилась на среднем весе корнеплодов и ботвы.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Насурлаева, З. Ю. Повышение жизнеспособности культурных растений под воздействием электромагнитного излучения / З. Ю. Насурлаева, Н. Т. Гаджимусиева, М. М. Ибрагимов // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 10. – С. 100.
2. Увеличение всхожести семян аппаратом «ТОР-АГРО». – URL : <https://tor-agro.ru/vshozhest> (дата обращения: 12.08.2024).
3. Рябухин, П. Б. Влияние электромагнитных полей на посевные качества семян // Философия современного природопользования в бассейне реки Амур: сборник трудов по материалам V Международной научно-практической конференции. – Хабаровск, 2016. – С. 85–88.
4. Шиш, С. Н. Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона низкого уровня мощности на целостность семян календулы лекарственной / С. Н. Шиш // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серія біялагічных навук. – Минск : Беларуская навука, 2015. – Ч. 4. – С. 135–139.
5. Фирсов, В. Ф. Использование физических факторов и микроэлементов в повышении болезнестойкости и продуктивности возделываемых культур / В. Ф. Фирсов, В. В. Чекмарев, В. А. Левин // Вопросы современной науки и практики. – 2005. – № 1. – С. 19–26.

## References

1. Nasurlaeva, Z. Yu. Povyshenie zhiznesposobnosti kulturnykh rastenij pod vozdejstviem elektromagnitnogo izlucheniya [Increasing the viability of cultivated plants under the influence of electromagnetic radiation] / Z. Yu. Nasurlaeva, N. T. Gadzhimusieva, M. M. Ibragimov // Sovremennye naukoemkie tekhnologii [Modern Science-Intensive Technologies]. – 2005. – № 10. – P. 100.
2. Uvelichenie vskhozhesti semyan apparatom «TOR-AGRO» [Increasing the seed germination with the TOR-AGRO device]. – URL: <https://tor-agro.ru/vshozhest>.
3. Kukhar, N. I. Vliyanie elektromagnitnykh polej na posevnye kachestva semyan [Influence of electromagnetic fields on the sowing qualities of seeds] / N. I. Kukhar // Filosofiya sovremennogo prirodopolzovaniya v bassejne reki Amur [Philosophy of Modern Nature Management in the Amur River Basin]. Materials of the V International Scientific and Practical Conference. – Pacific State University : Khabarovsk, 2016. – P. 85–88.
4. Shish, S. N. The effect of low-power millimeter-range electromagnetic radiation on the integrity of *Calendula officinalis* seeds / S. N. Shish // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі [News of the National Academy of Sciences of Belarus]. Series of Biological Sciences –

Minsk : Беларуская навука [Belarusian Science]. – Part 4. – 2015. – P. 135–139.

5. Firsov, V. F. Ispolzovanie fizicheskikh faktorov i mikroelementov v povyshenii bolezneustojchivosti i produktivnosti vzdelyvaemykh kultur [Use of physical factors

and microelements in increasing disease resistance and productivity of cultivated crops] / V. F. Firsov, V. V. Chekmarev, V. A. Levin // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki [Issues of Modern Science and Practice]. – V. I. Vernadsky University, 2005. – № 1. – P. 19–26.

#### Информация об авторах:

**Пожирицкая Александра Николаевна** – младший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Scopus Author ID: 1256167, <https://orcid.org/0009-0009-5595-8391> (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: alexa-rgz@yandex.ru).

**Турлакова Антонина Марсовна** – младший научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: turlakova100krapt@mail.ru).

**Зайнуллин Владимир Габдуллович** – профессор, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института агробиотехнологий им. А. В. Журавского Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author 6701715250; ORCID 0000-0002-937-1170; [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?autorid=78291](http://elibrary.ru/author_profile.asp?autorid=78291) (167023, Российская Федерация, г. Сыктывкар, ул. Ручейная, д. 27; e-mail: zainullin.v.g@yandex.ru).

#### About the authors:

**Alexandra N. Pozhiritskaya** – Junior Researcher at the A. V. Zhuravskiy Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (27 Rucheynaya st., Syktyvkar, 167023 Russian Federation; e-mail: alexa-rgz@yandex.ru).

**Antonina M. Turlakova** – Junior Researcher at the A. V. Zhuravskiy Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; [http://elibrary.ru/project\\_author\\_tools.asp](http://elibrary.ru/project_author_tools.asp) (27 Rucheynaya st., Syktyvkar, 167023 Russian Federation; e-mail: turlakova100krapt@mail.ru).

**Vladimir G. Zainullin** – Professor, Doctor of Sciences (Biology), Leading Researcher at the A. V. Zhuravskiy Institute of Agrobiotechnologies, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; Scopus Author 6701715250; ORCID 0000-0002-937-1170; [http://elibrary.ru/author\\_profile.asp?autorid=78291](http://elibrary.ru/author_profile.asp?autorid=78291) (27 Rucheynaya st., Syktyvkar, 167023 Russian Federation; e-mail: zainullin.v.g@yandex.ru).

#### Для цитирования:

Пожирицкая, А. Н. Влияние электромагнитного излучения на повышение всхожести семян / А. Н. Пожирицкая, А. М. Турлакова, В. Г. Зайнуллин // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 99–101.

#### For citation:

Pozhiritskaya, A. N. Vliyanie elektromagnitnogo izlucheniya na povyshenie vskhozhesti semyan [The effect of electromagnetic radiation as increasing the seed germination] / A. N. Pozhiritskaya // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 99–101.

Дата поступления статьи: 09.09.2024

Прошла рецензирование: 28.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 09.09.2024

Reviewed: 28.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Результаты оценки гибридов картофеля в питомниках селекционного процесса в условиях Архангельской области

Л. А. Попова\*, А. А. Шаманин\*,  
Л. Н. Головина\*, О. Ю. Павловская\*\*

\* ФИЦ комплексного изучения Арктики  
имени академика Н. П. Лаверова

УрО РАН,

Архангельская область, пос. Луговой

\*\* ООО «Агрофирма "Холмогорская"»,

Архангельская область, дер. Харлово

arhniish@mail.ru

lexxik\_1@mail.ru

### Аннотация

В статье рассмотрены результаты изучения гибридов картофеля в различных питомниках селекционного процесса. Исследования проведены на шести популяциях одноclubневков с последующим отбором в питомниках гибридов первого и второго годов предварительного и основного испытаний. Наблюдения, учеты и выбраковку проводили согласно методическим рекомендациям по технологии селекционного процесса картофеля. В питомнике основного испытания первого года в основную уборку в группе «ранние» выделился гибрид 2616/6 с общей урожайностью 45,7 т/га и товарной – 44,2 т/га, превышающий сорт стандарт Холмогорский по общей урожайности на 3,5 т/га, товарной – на 2,2 т/га. В группе «среднеранние» выделился гибрид 2616/3 с общей урожайностью 43,9 т/га и товарной – 41,8 т/га, что на 3,4 и 2,5 соответственно выше, чем у сорта стандарта Елизавета. Во все годы проведения исследований на посадках картофеля поражения растений вирусными болезнями, ризоктониозом и макроспориозом не отмечено. Визуальная оценка гибридов по устойчивости к фитофторозу показала высокую устойчивость в первый срок наблюдений и снижение устойчивости перед удалением ботвы, чему способствовали погодные условия в конце вегетационного периода. Выделившиеся селекционные номера вовлекаются в дальнейший селекционный процесс и будут использованы для создания новых сортов картофеля с ранним и среднеранним сроками созревания, высокой продуктивностью и устойчивостью к основным заболеваниям для выращивания в условиях северных регионов России.

### Ключевые слова:

картофель, гибриды, популяция, питомники, селекционный процесс, урожайность, устойчивость к заболеваниям, вегетационный период, скороспелость

## Evaluation results of potato hybrids in breeding nurseries in the conditions of the Arkhangelsk Region

L. A. Popova\*, A. A. Schamanin\*,  
L. N. Golovina\*, O. Yu. Pavlovskaya\*\*

\* N. P. Laverov Federal Research Centre for the Complex Arctic Studies of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk Region, Lugovoi village

\*\* ООО "Farm firm "Kholmogorskaya", Arkhangelsk Region, Kharlovo village

arhniish@mail.ru

lexxik\_1@mail.ru

### Abstract

The article considers the study results of potato hybrids in different breeding nurseries. The research concerns six populations of single-tuber plants and their selection in nurseries of first- and second-living-year hybrids, nurseries of preliminary and main first-year trials. Observations, calculations, and culling are done according to the methodological recommendations on the technology of the potato breeding process. In the breeding nursery of the main first-year trial, the "early" group is marked through the hybrid 2616/6 with a total yield of 45.7 t/ha and commercial yield of 44.2 t/ha, exceeding the Kholmogorsky standard cultivar by 3.5 t/ha (total yield) and 2.2 t/ha (commercial yield). The "medium-early" group is famous through the hybrid 2616/3 with a total yield of 43.9 t/ha and commercial yield of 41.8 t/ha that is by 3.4 and 2.5 times higher than the corresponding values of the Elizaveta standard cultivar. For all the years of research, we did not observe any signs of viral diseases, rhizoctoniosis and macrosporiosis, in potato plantings. By the visual assessment of hybrids by resistance to phytophthora, first observation period plants showed high resistance and decreased in it towards haulm removal, which was favored by weather conditions at the end of the growing season. The highly productive selection numbers above are involved into the further selection process and will be used for the creation of new potato cultivars with early and medium-early ripening terms, high productivity, and resistance to the main diseases for cultivation in the conditions in the North of Russia.

### Keywords:

potato, hybrids, population, breeding nurseries, selection process, productivity, disease resistance, growing season, early ripening

## Введение

Самообеспечение сельскохозяйственной продукцией растениеводства в каждом регионе требует комплексного подхода для решения вопросов формирования товарного производства основных продуктов питания, в том числе картофеля. Основная роль при этом принадлежит созданию адаптивных, высокопродуктивных сортов, способных максимально реализовывать свой генетический потенциал, особенно в условиях недостаточной тепло- и влагообеспеченности в вегетационный период.

Использование высокопродуктивных сортов, сочетающих высокую адаптивность к факторам среды с устойчивостью к болезням и вредителям, позволяет стабилизировать урожайность и качество продукции в различные по метеорологическим условиям годы. Известно, что доля влияния сорта в формировании урожая картофеля достигает 50–70 %. Сорт становится главным звеном в технологической цепочке возделывания картофеля. В связи с этим создание сортов картофеля, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды, адаптированных к условиям возделывания, экологически пластичных, остается главной задачей всех селекционных программ [1, 2].

В целях создания новых сортов картофеля проводится работа по оценке исходного материала на способность эффективно передавать важнейшие хозяйственно-ценные признаки гибридному потомству. Основным критерием при отборах в селекционных питомниках является продуктивность и ее элементы, скороспелость, качество клубней, устойчивость к наиболее распространенным и вредоносным патогенам [3, 4]. Гибриды картофеля, выделяемые для создания сортов в ходе селекционного процесса, должны обладать максимальной устойчивостью к постоянно меняющимся условиям среды при сохранении урожайности на высоком уровне, т. е. быть экологически стабильными [5].

Агроклиматические условия основных регионов России, возделывающих картофель, характеризуются разнообразием по составу и плодородию почв, количеству и распределению осадков за период вегетации, сумме эффективных температур, безморозному периоду и другим факторам. Эти особенности в значительной мере обуславливают использование картофелем биоклиматического потенциала территорий, степень риска и уровень урожайности. Для большинства регионов и хозяйств особенно важное практическое значение имеет правильный подбор сортов с учетом длительности периода вегетации, необходимого для их полного созревания [6].

Производство картофеля в условиях северных регионов России необходимо вести на сортах ранней группы спелости, адаптированных к почвенным и климатическим условиям, обладающих высокой урожайностью, питательной ценностью, устойчивостью к основным фитопатогенам. Для данных условий необходимы раннеспелые сорта с длиной вегетационного периода в 60–65 дней и урожайностью 25–30 т/га и среднеранние сорта с периодом вегетации 70–75 дней с хорошими вкусовыми качествами и приспособленные к механизированной уборке, позднеспелые сорта картофеля не успевают сформировать свой

урожаем [7]. Поэтому гибриды картофеля, выделяемые для создания сорта в ходе селекционного процесса, должны обладать максимальной устойчивостью к постоянно меняющимся условиям среды выращивания, полевой устойчивостью к основным грибным и вирусным болезням при сохранении урожайности на высоком уровне, т. е. быть экологически пластичными и стабильными [8].

Получение высококачественного продовольственного картофеля и сырья для предприятий по переработке возможно лишь при использовании здорового и качественного семенного материала. Условия произрастания культуры и правильный подбор сортов, отличающихся повышенной устойчивостью к основным фитопатогенам, биотическим и абиотическим факторам и обладающих более высоким адаптивным потенциалом в местных условиях, является определяющим фактором получения высоких урожаев картофеля [9].

Исследования по постоянному выведению новых сортов картофеля, формирующих в условиях северного земледелия стабильные урожаи, исключительно важны в связи с тем, что существующие сорта в течение нескольких лет теряют устойчивость к заболеваниям, так как постоянно появляются новые вредители, а также расы вирусов и грибов, к которым растения не имеют устойчивости. Архангельская область по своему географическому расположению относится к I (Северному) региону Российской Федерации возделывания картофеля, в котором рекомендовано к использованию на 2023 год и включено в Госреестр 46 сортов. Основная их масса относится к ранним, среднеранним и среднеспелым сортам, так как позднеспелые сорта картофеля в Северном регионе не успевают сформировать свой урожай. Исходя из этого, наши исследования направлены на создание высокопродуктивных сортов ранней и среднеранней групп спелости, устойчивых к фитофторозу, вирусным болезням, с повышенными содержаниями крахмала, белка и комплексом других важных признаков для условий северных регионов России [8, 10].

Актуальность исследований состоит в организации работы по оценке селекционных гибридов различного происхождения начиная с питомника одноклубневок до создания нового селекционного материала картофеля, из которого выделяются адаптивные к разным почвенно-климатическим условиям скороспелые сорта, успешно и стабильно реализующие потенциал продуктивности в нестабильных условиях внешней окружающей среды северных регионов России.

Цель наших исследований – выявить в питомниках селекционного процесса перспективные образцы картофеля по основным хозяйственно-полезным признакам для создания нового скороспелого сорта картофеля, пригодного к выращиванию в почвенно-климатических условиях северных регионов России.

## Материалы и методы

Исследования проводили в 2020–2023 гг. на базе ООО «Агрофирма "Холмогорская"» Архангельской области Холмогорского района. Полевые опыты по годам были за-

ложены на средне- и высококультурных супесчаных почвах. Предшественник – однолетние травы. Технология выращивания картофеля – общепринятая для условий Архангельской области, без химических обработок против болезней. Испытания проводили по следующей схеме селекционного процесса: гибриды первого года (одно-клубневки), гибриды второго года, питомники предварительного и основного испытаний первого года. В каждом питомнике осуществляли наблюдения, учеты и выбраковку согласно методическим рекомендациям по селекции картофеля [11–13].

По результатам испытаний гибридам дана оценка урожайности, устойчивости к болезням в поле и в процессе хранения. Устойчивость ботвы к вирусным болезням, альтернариозу, фитофторозу оценивалась в полевых условиях; к парше обыкновенной и ризоктониозу – на отмытых клубнях в лаборатории на естественном инфекционном фоне по 9-балльной шкале. Оценка хозяйственно ценных признаков проводили по 9-балльной шкале Международного классификатора СЭВ, где для болезней 9 баллов – очень высокая устойчивость, 1 балл – отсутствие устойчивости [14].

С целью установления нормы реакции перспективных сортообразцов на различные экологические условия, получения точных и объективных данных по оценке образцов проводилась оценка их зависимости от агротехнических и агрометеорологических факторов. В результате изучения гибридов дана оценка по скороспелости, продуктивности, товарным качествам (крупность, форма клубней, длина столонов, глубина глазков, дефекты формы и т. д.), устойчивости к болезням в поле и в процессе хранения. Фракционный состав и урожайность клубней оценивали на 60-й день после посадки и в основную уборку. В качестве стандартов для сравнения селекционных образцов с районированными сортами использовали сорта Холмогорский (ранний) и Елизавета (среднеранний). Математическую обработку экспериментальных данных проводили статистическими методами по Б. А. Доспехову [15].

#### Метеорологические условия

В годы исследований погодные условия вегетационных периодов были благоприятны для роста и развития картофеля, хотя различались по температурному режиму и влагообеспеченности. Осадки выпадали неравномерно, периодически отмечалось избыточное увлажнение почвы, но в результате высоких температур переувлажнение почвы не оказало отрицательного влияния на рост и развитие картофеля.

В 2020 г. среднемесячная температура воздуха за вегетационный период составила +14,3 °С, что соответствует уровню среднесуточных значений, а сумма осадков – 268,8 мм, что на 120 % выше среднесуточной нормы. Количество осадков распределялось неравномерно: в июне – 54,2 %, в июле – 228, в августе – 190,3 % к среднесуточной норме. Период «посадка–первая динамическая копка» характеризовался как оптимально

увлажненный (ГТК – 1,3), а период «посадка–основная уборка» – как влажный (ГТК –1,7).

В 2021 г. среднемесячная температура воздуха за вегетационный период была на уровне среднесуточных значений, а сумма осадков – ниже среднесуточной нормы. Количество осадков распределялось неравномерно: в июне – 243,7 %, июле – 30,2, в августе – 22,3 % к среднесуточной норме. Вегетационный период в целом характеризовался как оптимально увлажненный (ГТК = 1,56).

Вегетационный период 2022 г. выращивания картофеля в целом характеризовался как оптимально увлажненный. Период до первой динамической копки – как период с обеспеченным увлажнением (ГТК – 1,6), а до основной уборки – как слабо засушливый (ГТК – 1,12). Сумма температур воздуха выше 10 °С составила 1631 °С, осадков в течение этого срока выпало 209,4 мм.

Вегетационный период 2023 г. характеризовался как оптимально увлажненный (ГТК – 1,82). Период до первой динамической копки – как оптимально увлажненный (ГТК – 2,25), сумма температур воздуха выше 10 °С составила 1039 °С, осадков в течение этого срока выпало 191,9 мм. За период «посадка–основная уборка» сумма температур выше 10 °С составила 1812,3 °С, сумма осадков – 269,2 мм, ГТК – 1,82.

#### Результаты и их обсуждение

В целом погодные условия не оказали существенного влияния на рост и развитие растений картофеля. Всходы картофеля в годы исследований появлялись через 23–27 дней, продолжительность периода «всходы–цветение» составляла 35–37 дней, «цветение – уборка» – 39–42 дня.

В питомнике отбора или первого полевого поколения испытывались гибриды картофеля шести популяций, поступивших из отдела селекции ФГБНУ ВНИИКС им. А. Г. Лорха в количестве 732 клубней: 2616 (Леди Клер х Гала) – 130 клубней; 2462 (Удача х Дубрава) – 182; 2670 (ВР808 х Сигнал) – 150 клубней; 2691 (Флорица х Беллароза) – 66; 2770 (Волат х Валентина) – 150 и 2787 (Наяда х ВР808) – 54 клубня. В течение периода вегетации картофеля при визуальной оценке на устойчивость к макроспориозу и ризоктониозу больных растений не выявлено. Высокая устойчивость к фитофторозу (7–8 баллов) перед удалением ботвы отмечена у популяций 2649, 2770, 2691, 2787 – поражено до 25 % листьев и единичные пятна на отдельных листьях. У популяций 2616 и 2670 – 3 и 5 баллов, т. е. низкая и средняя устойчивость. При уборке клубней проводилась оценка каждого выкопанного гнезда по форме и размеру клубней, глубине глазков, количеству клубней в гнезде, длине столонов, отсутствию болезней. По результатам оценки отобрано 108 гибридов шести популяций для посадки в 2021 г. в питомник второго года, средний процент отбора составил 12,4 % (табл. 1). Наибольший процент отбора – 20,7 % – у популяции 2670 (ВР808 х Сигнал). Основная причина выбраковки гибридов при отборе: малое количество клубней, уродливые или мелкие клубни, длинные столоны (больше 20 см).



Результаты отбора одноклубневых гибридов в питомнике первого клубневого поколения (2020)  
 Таблица 1  
 Table 1  
 Selection results of single-tuber hybrids in the breeding nursery of the first tuberous generation (2020)

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Количество поступивших клубней, шт.	Отобрано гибридов, шт.	Среднее количество клубней в гнезде, шт.	Средняя масса клубня, г	% отбора
1	2616	Леди Клер х Гала	130	17	12	76,9	13,1
2	2649	Удача х Дубрава	182	27	11	100,7	6,0
3	2670	ВР808 х Сигнал	150	31	12	56,5	20,7
4	2691	Флорице х Беллароза	66	4	8	58,7	6,1
5	2770	Волат х Валентина	150	21	9	72,4	14,0
6	2787	Наяда х ВР808	54	8	10	40,1	14,8
		Всего	732	108	-	-	12,4

В питомнике гибридов второго года испытывали гибриды шести популяций (71 клон). Мощность развития растений по ботве в фазу цветения у гибридов была хорошая – 7 баллов (высота кустов – 60–70 см); тип кустов – прямостоячий и полуразвалистый – 9 и 5 баллов соответственно. Визуальная оценка устойчивости гибридов к вирусным болезням, макроспориозу и ризоктониозу показала высокую устойчивость. В первый срок оценки на устойчивость к фитофторозу у гибридов 2616, 2649, 2787 отмечена очень высокая устойчивость (9 баллов), у остальных – высокая устойчивость (7 баллов). Перед удалением ботвы гибриды 2616, 2770 показали среднюю устойчивость – 5 баллов, остальные – низкую (3 балла). В результате наблюдений и учетов отобрано 40 гибридов для посадки в 2022 г. в питомнике предварительного испытания. Средний процент отбора в питомнике составил 55,5 % (табл. 2).

В результате наблюдений и учетов в полевых условиях и в период хранения картофеля для посадки в питомнике предварительного испытания осталось 33 гибридных образца шести популяций. Схема посадки – 70 х 35 см. Мощность развития растений по ботве в фазу цветения у гибридов хорошая – 7 баллов (высота кустов – 60–75 см); тип кустов – прямостоячий и полуразвалистый (9 и 5 баллов соответственно).

При визуальной оценке гибридов по устойчивости к вирусным болезням, ризоктониозу и макроспориозу на посадках больных растений не выявлено. В первый срок оценки на устойчивость к фитофторозу гибриды популяций 2691, 2770, 2616, 2649 показали

очень высокую устойчивость к фитофторозу – 9 баллов (отсутствие поражения), остальные гибриды высокую устойчивость – 7–8 баллов. Перед удалением ботвы при оценке на устойчивость к фитофторозу у гибридов 2670/1, 2770/1, 2770/2, 2770/4, 2770/5, 2770/6, 2770/7, 2616/2, 2616/7 отмечена высокая устойчивость – 7 баллов (поражено до 25 % поверхности листьев). У гибридов 2616/6, 2616/3, 2649/2, 2616/5 2616/8 – средняя устойчивость

5 баллов (поражено от 25 до 50 % поверхности листьев). Низкая устойчивость к фитофторозу (3 балла) отмечена у гибридов 2616/4, 2616/6, 2616/9, 2649/1 (поражено более 50 % поверхности листьев).

В результате проделанной работы отобрано 26 гибридных образцов шести популяций для посадки в 2023 г. в питомник основного испытания первого года (табл. 3). Средний процент отбора в питомнике составил 84,1 %.

В результате селекционного отбора по морфологическим признакам и учету пораженности болезнями для посадки в питомнике основного испытания первого года осталось шесть гибридных образцов двух популяций: 2616

Результаты учета урожая и отбора клубней картофеля в питомнике гибридов второго года (2021)  
 Таблица 2  
 Table 2

Results of yield recording and potato tuber sampling in the breeding nursery of second-year hybrids (2021)

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Отобрано семей гибридов, шт.	Среднее количество клубней в гнезде, шт.	Средняя масса клубней с куста, г	Средняя масса клубня, г	% отбора
1	2616	Леди Клер х Гала	10	11	76,4	70,4	71
2	2649	Удача х Дубрава	10	11	812,2	71,5	52,6
3	2670	ВР 808 х Сигнал	8	12	963,1	79,4	44,4
4	2691	Флорице х Беллароза	3	15	954,0	63,0	100
5	2770	Волат х Валентина	5	14	1015,8	70,3	28,7
6	2787	Наяда х ВР 808	4	15	806,1	55,1	100
Всего			40	-	-	-	55,5

Результаты отбора гибридов в питомнике предварительного испытания (2022)  
 Таблица 3  
 Table 3

Selection results of hybrids in the preliminary trial nursery (2022)

№ п/п	Селекционный номер	Происхождение	Отобрано гибридов, шт.	Среднее количество клубней в гнезде, шт.	Средняя масса клубней в гнезде, г	Средняя масса клубня, г	% отбора
1	2649	Удача х Дубрава	5	12	771	64,2	71,4
2	2616	Леди Клер х Гала	9	13	1270,5	97,7	75,0
3	2691	Флорице х Беллароза	3	14	944,1	67,4	75,0
4	2787	Наяда х ВР 808	3	14	790,6	56,5	100
5	2770	Волат х Валентина	5	12	1007,2	83,9	83,3
6	2670	ВР 808 х Сигнал	1	11	809,8	73,6	100
			26	12	932,2	73,9	84,1

(Леди Клер х Беллароза) и 2649 (Удача х Дубрава). Период «посадка-уборка» составил 92 дня. Стартовое развитие растений в питомнике оценено в 7 баллов – хорошее. При визуальной оценке гибридов по устойчивости к вирусным болезням, ризоктониозу, макроспориозу больных растений не выявлено. В первый срок оценки на устойчивость к фитофторозу гибриды 2616/6, 2616/7, 2616/3 и 2649/2 показали очень высокую устойчивость к фитофторозу – 9 баллов, гибриды 2616/9 и 2618/8 – высокую – 8 баллов. Перед удалением ботвы отмечена средняя устойчивость к фитофторозу (5 баллов) у гибрида 2649/2, у гибридов 2616/7, 2616/9, 2616/3 – низкая и очень низкая устойчивость у гибридов 2616/6, 2618/8 – 1 балл.

В первую динамическую копку в группе «ранние» по общей и товарной урожайности выделился гибрид 2616/6 (табл. 4). В группе «среднеранние» урожайность оцениваемых гибридов получена меньше, чем у сорта стандарта Елизавета.

В основную уборку в группе «ранние» выделился гибрид 2616/6 (фото 1), превышающий сорт стандарт Холмогорский по общей урожайности на 3,5 т/га, товарной – на 2,2 т/га. В группе «среднеранние» выделился гибрид 2616/3 (фото 2) с общей урожайностью 43,9 т/га и товарной – 41,8 т/га, что на 3,4 и 2,5 соответственно выше, чем у сорта стандарта Елизавета.

Параллельно с оценкой урожайности и устойчивости к болезням была проведена оценка содержания крахмала и сухого вещества через месяц после уборки клубней. В клубнях картофеля в группе «ранние» у гибрида 26149/2 содержание крахмала составило 20,6 %, сухого вещества – 26,3 %, что на 10,6 % выше, чем у сорта стандарта Холмогорский. В группе «среднеранние» по содержанию крахмала и сухого вещества выделился сорт стандарт Елизавета,

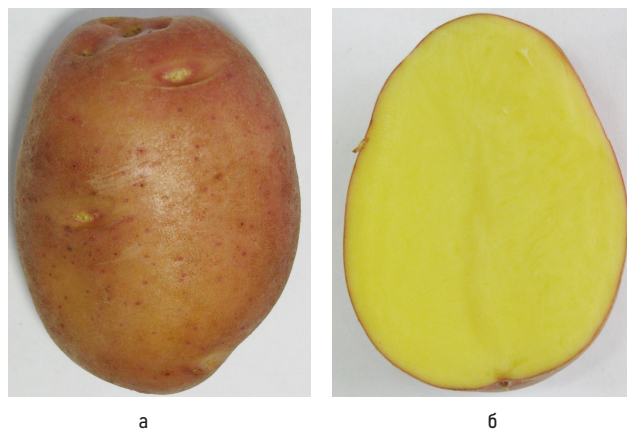


Фото 1. Клубни картофеля гибрида 2616/6: а – внешний вид; б – в разрезе.  
Photo 1. Potato tubers of hybrid 2616/6: а – appearance; б – in section.



Фото 2. Клубни картофеля гибрида 2616/3: а – внешний вид; б – в разрезе.  
Photo 2. Potato tubers of hybrid 2616/3: а – appearance; б – in section.

Показатели урожайности гибридов в первую динамическую копку и основную уборку в питомнике основного испытания (2023)

Yield indexes of hybrids for the first dynamic digging and the main harvest in the main-trial nursery (2023)

Сортообразцы	Урожайность в первую динамическую копку (через 60 дней), т/га			Урожайность в основную уборку, т/га		
	Общая	Товарная	Прибавка* к стандарту	Общая	Товарная	Прибавка* к стандарту
Ранние сортообразцы						
Холмогорский (St)	25,2	22,3	-	42,2	42,0	-
2616/6	30,2	26,9	+5,0/+4,6	45,7	44,2	+3,5/+2,2
2616/7	21,6	14,5	-3,6/-7,8	25,9	14,5	-16,3/-27,5
2616/9	24,9	23,4	-0,3/+1,1	38,4	21,2	-3,8/-20,8
2649/2	21,3	14,4	-3,9/-7,9	25,3	10,9	-46,9/-31,1
НСР <sub>05</sub>	4,3	3,8		3,0	2,2	
Среднеранние сортообразцы						
Елизавета (St)	32,8	29,6	-	39,5	39,3	-
2616/8	27,4	21,2	-5,4/-8,4	35,7	31,8	-3,8/-7,5
2616/3	30,3	24,3	-2,5/-5,3	42,9	41,8	+3,4/+2,5
Среднее	30,2	25,0	-2,6/4,6	39,4	37,6	-0,1/-1,7
НСР <sub>05</sub>	2,3	3,6		2,2	1,9	

Примечание. \* Числитель – к общей урожайности; знаменатель – к товарной.  
Note. \* Numerator means addition to the total yield value; denominator – addition to the commercial yield value.

Таблица 4  
Table 4

у изучаемых гибридов их содержание было на 2,2–3,2 % меньше. В результате исследований по комплексу хозяйственных ценных признаков отобрано всего три гибрида одной популяции 2626 для посадки в 2024 г. в питомнике основного испытания второго года.

## Выводы

С целью создания перспективного селекционного материала картофеля проведена комплексная оценка гибридов различного происхождения в питомниках селекционного процесса начиная с питомника одноклубневок. Выделившиеся селекционные номера вовлекаются в дальнейший селекционный процесс и будут использованы для создания новых сортов картофеля с ранним и среднеранним сроками созревания, высокой продуктивностью и устойчивостью к основным заболеваниям для выращивания в условиях северных регионов России.

В годы проведения исследований на посадках картофеля поражения растений вирусными болезнями, ризоктониозом и макроспориозом не отмечено. Визуальная оценка гибридов по устойчивости к фитофторозу показывала высокую устойчивость в первый срок наблюдений и снижение устойчивости перед удалением ботвы, чему способствовали погодные условия – умеренная температура воздуха и дождливая погода в августе. В целом территория Архангельской области имеет низкий инфекционный фон, но даже при низкой патогенной нагрузке рекомендуется проводить химическую обработку посадок картофеля.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Синицына, С. М. Роль сорта и агротехнических факторов в формировании урожайности картофеля в условиях Европейского Севера России / С. М. Синицына, Т. А. Данилова, О. В. Тюпышева [и др.] // Вестник защиты растений. – 2007. – № 3. – С. 56–64.
2. Щегорец, О. В. Агроэкологическая оценка сортов для создания картофельного конвейера в биологизированной технологии при возделывании клубнеплодов в условиях Приамурья / О. В. Щегорец // Эколого-географическое испытание новейших сортов картофеля для внедрения в производство: сб. науч. материалов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Сыктывкар, 2018. – С. 102–110.
3. Журавлева, Е. В. Создание новых отечественных сортов картофеля на основе современных генетических технологий и методов селекции / Е. В. Журавлева, Н. М. Букаев, А. А. Филипчук // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 3. – С. 92–94.
4. Кордабовский, В. Ю. Конкурсное испытание перспективных гибридов картофеля в Магаданской области / В. Ю. Кордабовский // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 7. – С. 68–71.
5. Тулинов, А. Г. Результаты испытания гибридов картофеля селекционных питомников в условиях Республики Коми / А. Г. Тулинов, А. Ю. Лобанов // Аграрная наука. – 2021. – № (7–8). – С. 85–88.
6. Симаков, Е. А. О концепции развития оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля в России / Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов, А. В. Коршунов [и др.] // Картофель и овощи. – 2005. – № 2. – С. 2–5.
7. Попова, Л. А. Оценка адаптивности сортообразцов картофеля в условиях северных территорий Архангельской области / Л. А. Попова, Л. Н. Головина, В. В. Гинтов [и др.] // Картофель и овощи. – 2021. – № 1. – С. 34–37. DOI: 10.25630/PAV/2021.36.25.004
8. Башлакова, О. Н. Оценка перспективных селекционных образцов картофеля в условиях Кировской области / О. Н. Башлакова, Н. Ф. Синцова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 8 (178). – С. 23–28.
9. Рафальский, С. В. Итоги практической селекции культуры картофеля в Приамурье / С. В. Рафальский, О. М. Рафальская // Дальневосточный аграрный вестник. – 2009. – № 4. – С. 18–20.
10. Тулинов, А. Г. Результаты испытания гибридов картофеля селекционных питомников в условиях Республики Коми / А. Г. Тулинов, А. Ю. Лобанов // Аграрная наука. – 2021. – № 351 (7–8). – С. 85–88. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-85-88>
11. Симаков, Е. А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е. А. Симаков, Н. П. Складорова, И. М. Яшина. – Москва : ООО «Редакция журнала "Достижения науки и техники АПК"», 2006. – 70 с.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть. – Москва : Минсельхоз России; ФГБУ «Госсорткомиссия», 2019. – 329 с.
13. Анисимов, Б. В. Методика проведения полевых обследований и послуборочного контроля качества семенного материала картофеля / Б. В. Анисимов. – Москва : ИКАР, 2005. – 112 с.
14. Международный классификатор СЭВ видов картофеля секции Tuberosum (DUM), ВУК рода *Solanum* L. / Всесоюзный НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова. – Ленинград, 1984. – 44 с.
15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## References

1. Sinitina, S. M. Rol' sorta i agrotekhnicheskikh faktorov v formirovanii urozhaynosti kartofelya v usloviyakh Yevropeyskogo Severa Rossii [The role of cultivar and agrotechnical factors in the formation of potato yields in the conditions of the European North of Russia] / S. M. Sinitina, T. A. Danilova, O. V. Tyupysheva // Vestnik zashchity rasteniy [Plant Protection Bulletin]. – 2007. – № 3. – P. 56–64.
2. Shchegorets, O. V. Agroekologicheskaya otsenka sortov dlya sozdaniya kartofel'nogo konveyera v biologizirovannoy tekhnologii pri vzdelyvanii klubneplodov v usloviyakh Pri-amur'ya [Agroecological assessment of varieties for creating a potato conveyor in biologized technology for cultivation of tuber crops in the conditions of the Amur Region] / O. V. Shchegorets // Ekologo-geograficheskoye ispytaniye noveyshikh sortov kartofelya dlya vnedreniya v proizvodstvo [Ecological and Geographical Testing of Recent Potato Varieties for Production]: Collection of Scientific Materials of the All-Rus. Sci.-Practical Conf. with Int. Part. – Syktyvkar, 2018. – P. 102–110.
3. Zhuravleva, E. V. Sozdaniye novykh otechestvennykh sortov kartofelya na osnove sovremennykh geneticheskikh tekhnologii i metodov seleksii [Creation of new domestic potato varieties using modern genetic technologies and selection methods] / E. V. Zhuravleva, N. M. Bukae, A. A. Filipchuk // Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achieve-

- ments of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex]. – 2018. – Vol. 32, № 3. – P. 92–94.
4. Kordabovskiy, V. Yu. Konkursnoye ispytaniye perspektivnykh gibridov kartofelya v Ma-gadanskoy oblasti [Competitive testing of promising potato hybrids in the Magadan Region] / V. Yu. Kordabovskiy // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal [International Research Journal]. – 2018. – № 7. – P. 68–71.
  5. Tulinov, A. G. Rezul'taty ispytaniya gibridov kartofelya selektsionnykh pitomnikov v usloviyakh Respubliki Komi [Results of testing potato hybrids from breeding nurseries in the conditions of the Komi Republic] / A. G. Tulinov, A. Yu. Lobanov // Agrarnaya nauka [Agrarian Science]. – 2021. – № 7–8. – P. 85–88.
  6. Simakov, E. A. O kontseptsii razvitiya original'nogo, elitnogo i reproduktsionnogo semenovodstva kartofelya v Rossii [On the development concept of original, elite and reproductive potato seed production in Russia] / E. A. Simakov, B. V. Anisimov, A. V. Korshunov, M. L. Durkin // Kartofel' i ovoshchi [Potato and Vegetables]. – 2005. – № 2. – P. 2–5.
  7. Popova, L. A. Otsenka adaptivnosti sortoobraztsov kartofelya v usloviyakh severnykh territoriy Arkhangel'skoy oblasti [Assessment of the adaptability of potato varieties in the northern territories of the Arkhangel'sk Region] / L. A. Popova, L. N. Golovina, V. V. Gintov [et al.] // Kartofel' i ovoshchi [Potato and Vegetables]. – 2021. – № 1. – P. 34–37.
  8. Bashlakova, O. N. Otsenka perspektivnykh selektsionnykh obraztsov kartofelya v usloviyakh Kirovskoy oblasti [Assessment of promising potato breeding samples in the conditions of the Kirov Region] / O. N. Bashlakova, N. F. Sintsova // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2019. – № 8 (178). – P. 23–28.
  9. Rafal'skiy, S. V. Itogi prakticheskoy selektsii kul'tury kartofelya v Priamur'ye [Results of practical selection of potato crops in the Amur Region] / S. V. Rafal'skiy, O. M. Rafal'skaya // Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik [Far Eastern Agrarian Bulletin]. – 2009. – № 4. – P. 18–20.
  10. Tulinov, A. G. Rezul'taty ispytaniya gibridov kartofelya selektsionnykh pitomnikov v usloviyakh Respubliki Komi [Results of testing potato hybrids from breeding nurseries in the conditions of the Komi Republic] / A. G. Tulinov, A. Yu. Lobanov // Agrarnaya nauka [Agrarian Science]. – 2021. – № 351 (7–8). – P. 85–88.
  11. Simakov, E. A. Metodicheskiye ukazaniya po tekhnologii selektsionnogo protsessa kartofelya [Guidelines for the technology of potato breeding process] / E. A. Simakov, N. P. Sklyarova, I. M. Yashina. – Moscow : OOO "Editorial Board of the Journal "Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex", 2006. – 70 p.
  12. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [State variety testing methodology for agricultural crops]. First issue. Common part. Moscow : Ministry of Agriculture of Russia; FSBI "State Varietation Commission", 2019. – 329 p.
  13. Anisimov, B. V. Metodika provedeniya polevykh obsledovaniy i posleuborochnogo kontrolya kachestva semenno-go materiala kartofelya [Methodology for conducting field surveys and post-harvest quality control of potato seed material] / B. V. Anisimov. – Moscow : ICAR, 2005. – 112 p.
  14. Mezhdunarodnyy klassifikator SEV vidov kartofelya sektsii Tuberosum (DUM), BUK roda Salanum L. [International CMEA classifier of potato species of the section Tuberosum (DUM), BUK of the genus Salanum L.] / All-Union Research Institute of Plant Growing named after. N. I. Vavilov. – Leningrad, 1984. – 44 p.
  15. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology] / B. A. Dospekhov. – Moscow : Kolos, 1985. – 351 p.

#### Благодарность (госзадание):

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН по теме FUUW-2024-0004 «Создание новых сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к отрицательному воздействию биотических и абиотических факторов и формирование на их основе высокопродуктивных агроценозов для условий Европейского Севера РФ».

#### Acknowledgements (state task)

The work was carried out within the framework of the state task of the Federal Research Centre for the Complex Arctic Studies of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences on the theme FUUW-2024-0004 "Creation of new varieties of agricultural crops, resistant to the negative impact of biotic and abiotic factors, and formation on their basis of highly productive agroecosystems for the conditions of the European North of the Russian Federation".

#### Информация об авторах:

**Попова Людмила Александровна** – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории растениеводства Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук; AuthorID 684533, ORCID 0000-0003-3764-9017 (163000, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский р-н, пос. Луговой, д. 10; e-mail: arhniish@mail.ru).

**Шаманин Алексей Алексеевич** – научный сотрудник лаборатории растениеводства Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук; AuthorID 784012, ORCID 0000-0002-8611-8637 (163000, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский р-н, пос. Луговой, д. 10; e-mail: lexxik\_1@mail.ru).

**Головина Людмила Николаевна** – старший научный сотрудник лаборатории растениеводства Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук; AuthorID: 806523, ORCID 0000-0003-2629-5495 (163000, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский р-н, пос. Луговой, д. 10; e-mail: arhniish@mail.ru).

**Павловская Ольга Юрьевна** – младший научный сотрудник лаборатории растениеводства Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (163000, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский р-н, пос. Луговой, д. 10; e-mail: arhniish@mail.ru).

#### **About the authors:**

**Ludmila A. Popova** – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher at the Laboratory of Plant Growing of the N. P. Laverov Federal Research Center for the Complex Arctic Studies; AuthorID 684533, ORCID 0000-0003-3764-9017 (10, Lugovoi settl., Primorsky District, Arkhangelsk Region, 163000, Russian Federation; e-mail: arhniish@mail.ru).

**Alexey A. Shamanin** – Researcher at the Laboratory of Plant Growing of the N. P. Laverov Federal Research Center for the Complex Arctic Studies; AuthorID 784012, ORCID 0000-0002-8611-8637 (10, Lugovoi settl., Primorsky District, Arkhangelsk Region, 163000, Russian Federation; e-mail: lexxik\_1@mail.ru).

**Ludmila N. Golovina** – Senior Research at the Laboratory of Plant Growing of the N. P. Laverov Federal Research Center for the Complex Arctic Studies; AuthorID: 806523, ORCID 0000-0003-2629-5495 (10, Lugovoi settl., Primorsky District, Arkhangelsk Region, 163000, Russian Federation; e-mail: arhniish@mail.ru).

**Olga Yu. Pavlovskaya** – Laboratory Assistant at the OOO “Farm firm “Kholmogorskaya” (14A, Veteranov st., Kharlovo village, Kholmogory District, Arkhangelsk Region, 164567, Russian Federation; e-mail: arhniish@mail.ru).

#### **Для цитирования:**

Попова, Л. А. А. Результаты оценки гибридов картофеля в питомниках селекционного процесса в условиях Архангельской области / Л. А. Попова, А. А. Шаманин, Л. Н. Головина [и др.] // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 102–109.

#### **For citation:**

Popova, L. L. Rezul'taty ocenki gibridov kartofelya v pitomnikah selekcionnogo processa v usloviyah Arhangel'skoj oblasti [Evaluation results of potato hybrids in breeding nurseries in the conditions of the Arkhangelsk Region] / L. A. Popova, A. A. Shamanin, L. N. Golovina, O. Yu. Pavlovskaya // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 102–109.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Влияние защитно-стимулирующих комплексов на морфометрические показатели люпина узколистного в условиях Вологодской области в 2023 году

М. А. Розова, К. А. Усова

Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина,  
Вологодская область, с. Молочное  
rozovamariy@gmail.com

### Аннотация

Авторы рассматривают влияние защитно-стимулирующих комплексов на урожайность вегетативной массы и семенную продуктивность люпина узколистного сорта Ладный. В экспериментах оценивали результаты обработки вегетирующих растений растворами биорегуляторов Флоравит®-3P и Экофус различных концентраций. Наибольшая прибавка урожая надземной массы, в том числе стеблей и листьев (18,93 г в воздушно-сухом состоянии в среднем на одно растение – свыше 40,2 т/га), была достигнута при использовании препарата Экофус в концентрации 0,5 %, что на 26 % превышает контрольный показатель. Исследование также выявило, что применение препарата Экофус обеспечивало более высокую семенную продуктивность, прибавка к контролю составила 33–45 %. Препарат Флоравит®-3P неоднозначно повлиял на растения люпина узколистного в условиях Вологодской области в 2023 г., применение по вегетации в концентрации 0,01 % привело к снижению урожайности зеленой массы на 34 % по сравнению с контрольным вариантом. Комплексный анализ показал, что биорегулятор Экофус проявляет наибольшую эффективность в повышении как надземной массы, так и семенной продукции люпина узколистного, что подтверждает его целесообразность для использования в агрономической практике.

### Ключевые слова:

люпин узколистный, сорт Ладный, защитно-стимулирующие комплексы, Флоравит®-3P, Экофус, регуляторы роста растений, урожайность, продуктивность

Для животноводческих хозяйств важно наличие кормов высокого качества, сбалансированных по основным питательным веществам, полностью удовлетворяющих потребности животных в энергии, протеине, углеводах, жирах и других органических веществах, обеспечивающих хорошее здоровье сельскохозяйственных животных [1, с. 6]. Таким требованиям отвечает люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.), известный как кормовая культу-

## Influence of the protective-stimulating complexes on the morphometric indicators of narrow-leaved lupine in the conditions of the Vologda Region in 2023

M. A. Rozova, K. A. Usova

Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin,  
Vologda Region, Molochnoe village  
rozovamariy@gmail.com

### Abstract

The article examines the influence of the protective-stimulating complexes on vegetative biomass yield and seed productivity of narrow-leaved lupine, the Ladny variety. We experimentally evaluated the results of treating the vegetating plants with solutions of the bioregulators Floravit®-3P and Ekofus at various concentrations. The highest increase in the aboveground biomass yield, including stems and leaves (18.93 g averagely per one plant in air-dry state – over 40.2 t/ha), was achieved using Ekofus at a concentration of 0.5 %, which is by 26 % higher than the control value. Application of Ekofus also increased the seed productivity by 33–45 % compared to the control. The biostimulant Floravit®-3P had an ambiguous effect on narrow-leaved lupine plants in the Vologda Region in 2023. Its application in a 0.01 % concentration during the vegetation period produced a 34 % decrease in green mass yield compared to the control. By the comprehensive analysis results, the bioregulator Ekofus is highly efficient in increasing both aboveground biomass and seed production of narrow-leaved lupine, confirming its suitability for use in agronomic practices.

### Keywords:

narrow-leaved lupine, Ladny variety, protective-stimulating complexes, Floravit®-3P, Ekofus, plant growth regulators, crop yields, productivity

ра, обладающая высоким ресурсосберегающим и средообразующим потенциалом.

Использованию люпина узколистного способствует получение ценных высокобелковых кормов с богатым набором незаменимых аминокислот, в число которых входят такие аминокислоты, как лизин, метионин, цистин, триптофан. Сухая масса люпина узколистного содержит до 26 % сырого протеина, жира содержится до 5,3 %, в семенах –

до 20 %. У кормовых сортов люпина узколистного содержание алкалоидов варьирует от 0,0002 до 0,12 % в сухой массе травы, поэтому вегетативная масса люпина не имеет горького привкуса и может скармливаться сельскохозяйственным животным [2, с. 22]. В свежем виде используют зеленую массу люпина узколистного, а также сено, солому и искусственно высушенные корма, добавляют к другим культурам при приготовлении силоса и сенажа. Зерно люпина используется в размолотом виде для балансирования кормосмесей [3, с. 86].

Важная особенность люпина узколистного – способность к симбиотической азотфиксации. Люпин усваивает атмосферный азот с помощью клубеньковых бактерий и питательные вещества из труднодоступных соединений почвы, тем самым люпин узколистный является хорошим предшественником для сельскохозяйственных культур, а также позволяет снижать долю минерального азота в севооборотах, что имеет важную экологическую функцию [4, с. 135].

Люпин узколистный сравнительно нетребователен к условиям произрастания. Поэтому Вологодская область с ее почвенно-климатическими особенностями благоприятна для возделывания культуры [5, с. 94].

Для совершенствования методов возделывания культуры в производственных условиях целесообразно осуществлять переход к биологической технологии возделывания – использованию защитно-стимулирующих комплексов (далее – ЗЩК), представляющих собой биологические препараты и регуляторы роста [6, с. 285]. Использование регуляторов роста растений ежегодно увеличивается, так как применение ЗЩК вместе с современными агротехническими приемами помогает уменьшить энергозатраты в процессе производства и достичь высоких ожидаемых результатов [7, с. 185].

За счет использования биологических регуляторов роста в малых концентрациях как для предпосевной обработки семян, так и во время вегетации растений происходит ускоренный рост, более раннее появление всходов, усиливаются корнеобразование и дальнейший рост растений, повышается устойчивость к неблагоприятным условиям произрастания, снижается риск возникновения болезней, увеличивается продолжительность и интенсивность цветения, что способствует повышению продуктивности и урожайности культур, а также обеспечивает получение экологически безопасной растениеводческой продукции [8, с. 206].

Цель данной работы – изучить влияние двух защитно-стимулирующих комплексов в различной концентрации на элементы продуктивности люпина узколистного сорта Ладный. Исследование воздействия биопрепаратов на морфометрические показатели и семенную продуктивность люпина узколистного представляет собой значимую область для научных изысканий и практического применения в агрономии в поиске эффективных методов управления ростом и развитием растения.

С 2023 г. на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА» ведется эксперимент по изучению воздействия регуляторов роста на продуктивность люпина узко-



Фото 1. Люпин узколистный сорта Ладный на учебно-опытном поле Вологодской ГМХА в 2023 году.

Photo 1. Narrow-leaved lupine of the Ladny variety at the educational-experimental field of the Vologda State Dairy Farming Academy in 2023.

листного сорта Ладный. На фото 1 представлен внешний вид опытных деленок.

Объект исследования – сорт люпина узколистного Ладный. Выведен в Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева и Федеральном исследовательском центре «Немчиновка». Включен в Госреестр по Северо-Западному региону [9, с. 233]. Представляет собой однолетнее раннеспелое самоопыляющееся растение, имеющее детерминантный, темно-зеленый стебель высотой до 50 см. Сорт интенсивного типа с высоким генетическим потенциалом семенной продуктивности, разновидность альбозирингус. Корневая система мощно развита, обладает способностью усваивать малодоступные фосфаты и другие минеральные соединения. Семена мелкие, округлые, кремово-белые, рубчик светлый. Масса 1 тыс. семян – 111–132 г. Средняя урожайность семян – 31,3 ц/га, зеленой массы – 377 ц/га. Содержание протеина в семенах – 33,5–35 %, алкалоидов – 0,001–0,015 %. Вегетационный период – 70–90 дней [10, с. 107]. На фото 2 представлены семена люпина узколистного сорта Ладный и внешний вид выращенного растения.



Фото 2. Семена и растение люпина узколистного сорта Ладный.

Photo 2. Seeds and a plant of narrow-leaved lupine of the Ladny variety.

## Материалы и методы

Полевой мелкоделяночный опыт в четырехкратной повторности был заложен в 2023 г. на территории учебно-опытного поля Вологодской ГМХА им. Н. В. Верещагина на дерново-подзолистой почве. Пахотный слой почвы опытного участка имеет среднее содержание гумуса, слабокислую реакцию среды, повышенную степень насыщенности основаниями, содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – среднее и очень высокое [11, с. 41]. Семена высевали рядовым способом на делянках площадью  $1\text{ м}^2$ , норма высева –  $120\text{ семян/м}^2$ .

Схема опыта представляет собой семь вариантов: 1) контроль, опрыскивание растений осуществлялось обычной водой; 2) Флоравит®-ЗР в концентрации 0,1 %; 3) Флоравит®-ЗР – 0,01 %; 4) Флоравит®-ЗР – 0,001 %; 5) Экофус – 0,5 %; 6) Экофус – 1 %; 7) Экофус в концентрации 0,1 %. Норма расхода на одну делянку составляла 50 мл рабочего раствора.

Препарат Флоравит®-ЗР (производитель ООО «Гелла-Фарма», г. Москва) представляет собой комплекс биологически активных веществ, продуцентом которых является гриб *Fusarium Sambusinum Fuckel*. В составе препарата содержатся органические кислоты (0,1–0,2 %), незаменимые аминокислоты, полисахариды (0,04–0,05 %), бензоат натрия (0,1 %), инозитольные, лецитиновые и сериновые фосфолипиды и антиоксиданты, в том числе кофермент Q10; каротиноиды, эссенциальные полиеновые кислоты, макро- и микроэлементы, витамины группы А, В, F, Д [12, с. 26–28]. Применение биорегулятора показало высокую эффективность при его использовании, повышение урожайности в зависимости от выращиваемых культур составило 10–40 % [13, с. 33].

Биопрепарат Экофус – органоминеральное удобрение на основе бурых морских водорослей (*Fucus vesiculosus*), которое содержит азот – 1,8 %, в том числе в амидной форме ( $NH_2$ ), фосфор ( $P_2O_5$ ) – 1,0 %, калий ( $K_2O$ ) – 2,0 % и более 40 микроэлементов, в том числе, г/л: Fe – 1,8; Mg – 0,5; Mn – 1,2; Cu – 0,3; B – 0,4; Zn – 0,3; Ca – 0,25; Mo – 0,2; Co – 0,1; а также Se, I, Si. В его состав входят микроэлементы в легкодоступной для растений хелатной форме, а также аминокислоты, полисахариды (1,0–1,5 %), полиненасыщенные жирные кислоты, полифенолы, пигмент из группы каротиноидов фукоксантин, который определяет темный цвет жидкости и служит антиоксидантом [14, с. 34]. Экофус стимулирует общие метаболические процессы у растений, помогает лучше справляться с стрессовыми факторами окружающей среды. Биологическая эффективность Экофуса показана в многочисленных экспериментах и полевых испытаниях на многих сельскохозяйственных культурах [15, с. 45].

Обработку биорегуляторами проводили двукратно, опрыскивание растений свежеприготовленными растворами препаратов осуществляли согласно схеме опыта, в контрольном варианте – водой. Первая обработка производилась в третьей декаде июня в фазу 4–5 настоящих листьев, вторая – в первой декаде июля в фазу бутонизации.

Погодные условия в 2023 г. были достаточно благоприятны для возделывания люпина узколистного, с момента посева до полного созревания сумма положительных температур составила  $2036\text{ }^\circ\text{C}$ . Для оптимального роста и развития люпина узколистного требуется сумма положительных температур  $1700\text{--}2400\text{ }^\circ\text{C}$  [16, с. 351].

Уборку растений осуществляли вручную поделяночно в фазе побурения нижних бобов. Перед уборкой с каждой делянки отбирали по 10 растений для проведения структурного анализа морфометрических показателей. Растения высушивали при комнатной температуре, затем определяли массу частей растений в воздушно-сухом состоянии.

## Результаты и их обсуждение

В 2023 г. влияние ЗЩК на урожайность вегетативной массы люпина узколистного сорта Ладный показано на рис. 1. В ходе опыта определяли зависимость урожайности вегетативных органов растений люпина узколистного от вида и концентрации применяемого препарата.

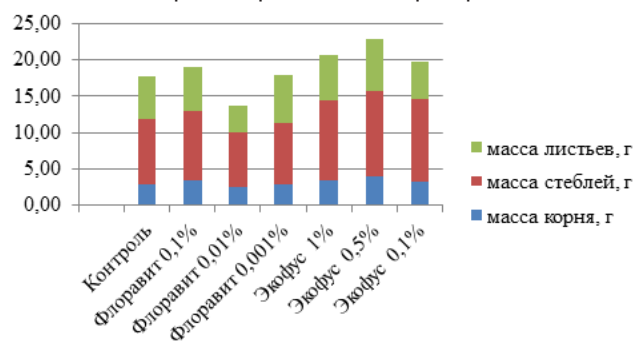


Рисунок 1. Распределение биомассы люпина узколистного сорта Ладный при применении защитно-стимулирующих комплексов в среднем на одно растение (в воздушно-сухом состоянии) в условиях Вологодской области в 2023 году.

Figure 1. Biomass distribution of narrow-leaved lupine of the Ladny variety at application of protective-stimulating complexes averagely per one plant (in air-dry state) in the conditions of the Vologda Region in 2023.

Обработка вегетирующих растений растворами ЗЩК влияла на формирование надземных и подземных органов люпина узколистного. На контрольном варианте средняя масса корней, стеблей и листьев составила соответственно 2,77; 9,08; 5,94 г на одно растение в воздушно-сухом состоянии. Наибольшая масса корней на одно растение, равная 3,91 г в воздушно-сухом состоянии, получена при применении биорегулятора Экофус в концентрации 0,5 %, что на 41 % больше контроля. Наблюдается угнетающая роль препарата Флоравит®-ЗР в концентрации 0,01 %, формирование корней и надземной части ниже контрольного варианта, средняя масса корней была 2,53 г, что меньше на 9 % по сравнению с контролем. Снижение массы стеблей составило 17 % (7,52 г) относительно контрольного варианта. Максимальные показатели урожая, в частности, массы стеблей, получены при обработке регулятором роста Экофус в концентрации 0,5 и 0,1 % г – от 11,4–11,8 г, что на 29 % выше контроля (9,08 г). Препарат Флоравит®-ЗР в концентрации 0,1 % оказал незначительное влияние на массу стеблей, разница с контролем составила 5 % (9,62 г).



Повышение массы листьев наблюдалось в четвертом варианте с применением регулятора роста Флоравит®-3P в концентрации 0,001 % и шестом – с обработкой препаратом Экофус в концентрации 0,5 %. Масса листьев с одного растения составила 6,69–7,13 г, это больше контроля (5,94 г) на 13–20 %.

Показатели семенной продуктивности люпина узколистного сорта Ладный при обработке биорегуляторами приведены в таблице.

Некоторые показатели семенной продуктивности люпина узколистного сорта Ладный при применении защитно-стимулирующих комплексов в среднем на одно растение (в воздушно-сухом состоянии) в условиях Вологодской области в 2023 году

Some indicators of seed productivity of narrow-leaved lupine of the Ladny variety at application of protective-stimulating complexes averagely per one plant (in air-dry state) in the conditions of the Vologda Region in 2023

№	Вариант опыта	Масса бобов с семенами, г	В том числе масса семян, г	Количество бобов, шт.	Количество семян, шт.
1	Контроль	9,87	5,32	12±4	44±14
2	Флоравит 0,1 %	14,96	6,90	16±5	57±16
3	Флоравит 0,01 %	13,01	5,92	14±4	49±11
4	Флоравит 0,001 %	12,36	6,05	13±2	50±5
5	Экофус 1 %	14,21	7,26	16±4	60±12
6	Экофус 0,5 %	13,60	7,74	17±2	64±9
7	Экофус 0,1%	13,21	7,10	16±6	58±18

Применение ЗЩК способствовало увеличению показателей семенной продуктивности люпина узколистного. Наибольшее увеличение массы бобов наблюдалось при обработке растений препаратом Флоравит®-3P в концентрации 0,1 %, разница с контрольным вариантом составила 51 %. Наименьшая масса бобов с растения составила при обработке Флоравит®-3P в концентрациях 0,01 и 0,001 %, разница с контролем – 25–31 %. Препарат Экофус также дал прибавку к урожаю люпина узколистного относительно контрольного варианта, разность составила 33–44 %, что позволило получить в среднем с растения на 1,78–2,42 г семян в воздушно-сухом состоянии больше по сравнению с вариантом без обработки. Применение ЗЩК во всех изучавшихся концентрациях способствовало увеличению количества бобов и семян в среднем на одно растение по сравнению с контрольным вариантом.

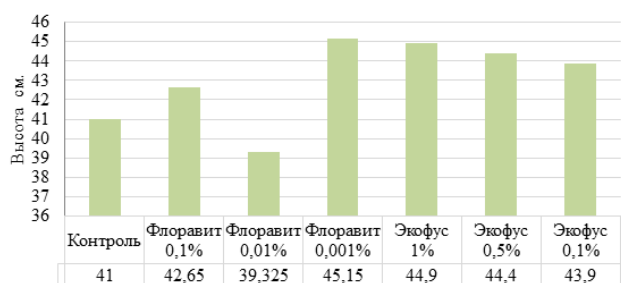


Рисунок 2. Средняя высота растений люпина узколистного сорта Ладный при применении защитно-стимулирующих комплексов в условиях Вологодской области в 2023 году.

Figure 2. Average height of lupine narrow-leaved plants of the Ladny variety under the application of protective-stimulating complexes in the conditions of the Vologda Region in 2023.

На рис. 2 показано, как ЗЩК влияли на высоту стебля люпина узколистного сорта Ладный в 2023 г. в условиях Вологодской области.

На варианте без обработки препаратами средняя высота растений люпина узколистного в условиях Вологодской области в 2023 г. достигла 41,0 см. Применяемые препараты различно влияли на высоту растений люпина. Наиболее высокими растения люпина были при использовании биорегуляторов Флоравит®-3P в 0,001%-ной концентрации (45,1 см) и Экофус в 1%-ной концентрации (44,9 см), что выше растений контрольного варианта на 9–10 %. Препарат Флоравит®-3P в концентрации 0,01 % привел к некоторому уменьшению высоты растений люпина узколистного по сравнению с контрольным вариантом.

## Выводы

В ходе эксперимента, проведенного на учебно-опытном поле Вологодской ГМХА в 2023 г., выявлена эффективность препарата Экофус в концентрации 0,5 %. Обработка этим препаратом в период вегетации способствовала получению 18,93 г надземной массы люпина узколистного в воздушно-сухом состоянии, что на 29 % выше контрольного варианта, в пересчете на 1 га это составит около 40,2 т зеленой массы. В этой же концентрации препарат Экофус привел к увеличению массы семян с одного растения на 45 % по сравнению с контрольным вариантом. По полученным данным можно рекомендовать применение двукратной обработки в период вегетации растений люпина узколистного для увеличения урожайности зеленой массы и повышения семенной продуктивности.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Малявкина, Л. А. Кормление животных: корма, нормы кормления и качество продукции: учебное пособие для вузов / Л. А. Малявкина, Т. С. Самсонова, Ю. В. Матросова. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 312 с.
2. Спиридонов, А. М. Преимущества малораспространённых кормовых культур: монография / А. М. Спиридонов. – Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2017. – 22 с.
3. Региональное кормопроизводство: учебное пособие для вузов / В. Н. Наумкин, А. Н. Крюков, А. Г. Демидова [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 328 с.
4. Коломейченко, В. В. Полевые и огородные культуры России. Зернобобовые и масличные / В. В. Коломейченко. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 520 с.
5. Розова, М. А. Влияние биопрепаратов на семенную продуктивность люпина узколистного в условиях Вологодской области в 2023 году / М. А. Розова // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам, Вологда; Молочное, 04 апреля

- 2024 года. – Вологда-Молочное : ВГМХА, 2024. – С. 93–99.
6. Адаптивное растениеводство / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин, Н. А. Лопачёв [и др.]. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 356 с.
  7. Получение экологически безопасной льнопродукции при использовании препарата Флоравит®-3Р / И. И. Дмитриевская, С. Л. Белопухов, Е. Ю. Федорова [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 3. – С. 185–188.
  8. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии: учебное пособие / сост.: В. А. Гущина, А. А. Володькин. – Пенза : ПГАУ, 2016. – 206 с.
  9. Васин, В. Г. Растениеводство: учебное пособие / В. Г. Васин, А. В. Васин, Н. Н. Ельчанинова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Самара : СамГАУ, 2009. – 528 с.
  10. Белоус, Н. М. Зернобобовые культуры и однолетние бобовые травы: биология и технологии возделывания / Н. М. Белоус, В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2010. – 151 с.
  11. Налиухин, А. Н. Почвы опытного поля ВГМХА имени Н. В. Верещагина и их агрохимическая характеристика / А. Н. Налиухин, О. В. Чухина, О. А. Власова // Молочно-хозяйственный Вестник. – 2015. – № 3. – С. 35–46.
  12. Дмитриевская, И. И. Влияние биорегулятора Флоравит-3Р на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции / И. И. Дмитриевская, С. Л. Белопухов, Е. А. Гришина // Проблемы внедрения результатов инновационных разработок: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пермь, 25 ноября 2015 года / отв. ред. А. А. Сукиасян. Том 2. – Пермь : Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2015. – С. 26–28.
  13. Белопухов, С. Л. Экологически безопасный пептидный биорегулятор роста и развития растений Флоравит®-3Р / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, А. И. Григораш // Агроэкология. – 2015. – Т. 3, № 3–3. – С. 31–33.
  14. Дорожкина, Л. А. ЭкоФус – новое органоминеральное удобрение / Л. А. Дорожкина, Б. У. Мисриева, Е. С. Приходько // Агрохимический вестник. – 2014. – № 6. – С. 33–36.
  15. Вакуленко, В. В. ЭкоФус – новое высокоэффективное удобрение / В. В. Вакуленко // Защита и карантин растений. – 2016. – № 2. – С. 45.
  16. Наумкин, В. Н. Технология растениеводства / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 592 с.
  - common fodder crops: Monograph] / A. M. Spiridonov. – Saint-Petersburg : Saint-Petersburg State Agrarian University, 2017. – 22 p.
  3. Regionalnoe kormoproizvodstvo: Uchebnoe posobie dlya vuzov [Regional forage production: A study guide for universities] / V. N. Naumkin, A. N. Kryukov, A. G. Demidova [et al.]. – Saint-Petersburg : Lan, 2020. – 328 p.
  4. Kolomeichenko, V. V. Polevye i ogorodnye kultury Rossii. Zernobobovye i maslichnye: monografiya [Field and vegetable crops of Russia. Grain legumes and oilseeds: Monograph] / V. V. Kolomeichenko. – 2td ed., corrected. – Saint-Petersburg : Lan, 2022. – 520 p.
  5. Rozova, M. A. Vliyanie biopreparatov na semennuyu produktivnost lyupina uzkolistnogo v usloviyah Vologodskoj oblasti v 2023 godu [Influence of biopreparations on the seed productivity of narrow-leaved lupine in the conditions of the Vologda Region in 2023] / M. A. Rozova // Molodye issledovateli agropromyshlennogo i lesnogo kompleksov – regionam [Young researchers of the agro-industrial and forest complex – to regions], Vologda, Molochnoe, April 4, 2024. – Vologda-Molochnoe : Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin, 2024. – P. 93–99.
  6. Adaptivnoe rastenievodstvo: Uchebnoe posobie dlya vuzov [Adaptive plant growing: A study guide for universities] / V. N. Naumkin, A. S. Stupin, N. A. Lopachev [et al.]. – 4th ed., stereotypical. – Saint-Petersburg : Lan, 2023. – 356 p.
  7. Dmitrevskaya, I. I. Poluchenie ekologicheski bezopasnoj lnoprodukcii pri ispolzovanii preparata Floravit®-3Р [Obtaining environmentally friendly flax products using the preparation Floravit®-3Р] / I. I. Dmitrevskaya, S. L. Belopuhov, E. Yu. Fedorova [et al.] // Bulletin of the Technological University. – 2015. –Vol. 18, № 3. – P. 185–188.
  8. Biopreparaty i regulatory rosta v resursosberegayushchem zemledelii: uchebnoe posobie [Biopreparations and growth regulators in resource-saving agriculture: A study guide] / V. A. Gushchina, A. A. Volodkin. – Penza : Penza State Agrarian University, 2016. – 206 p.
  9. Vasin, V. G. Rastenievodstvo: uchebnoe posobie [Plant growing: A study guide] / V. G. Vasin, A. V. Vasin, N. N. Elchaninova. – 2td ed., revised and added. – Samara : Samara State Agrarian University. 2009. – 528 p.
  10. Belous, N. M. Zernobobovye kultury i odnoletnie bobovye travy: biologiya i tekhnologii vozdelevaniya [Grain legumes and annual leguminous herbs: Biology and cultivation technologies] / N. M. Belous, V. E. Torikov, O. V. Melnikova. – Bryansk : Bryansk State Agrarian University, 2010. – 151 p.
  11. Naliukhin, A. N. Pochvy opytnogo polya VGMHA imeni N.V. Vereshchagina i ih agrohicheskaya harakteristika [The soils of the experimental field of the Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy and their agrochemical characteristics] / A. N. Naliukhin, O. V. Chukhina, O. A. Vlasova // Dairy Farming Bulletin. – 2015. – № 3. – P. 35–46.
  12. Dmitrevskaya, I. I. Vliyanie bioregulyatora Floravit-3R na urozhajnost i kachestvo selskohozyajstvennoj produkcii

## References

1. Malyavkina, L. A. Kormlenie zhivotnyh: korma, normy kormleniya i kachestvo produkcii: Uchebnoe posobie dlya vuzov [Feeding of animals: forage, foraging norms and end product's quality: A study guide for universities] / L. A. Malyavkina, T. S. Samsonova, Yu. V. Matrosova. – Saint-Petersburg : Lan, 2024. – 312 p.
2. Spiridonov, A. M. Preimushchestva malorasprostranennyh kormovyh kultur: monografiya [Advantages of un-

- [The influence of the bioregulator Floravit-3R on the yield and quality of agricultural products] / I. I. Dmitrevskaya, S. L. Belopukhov, E. A. Grishina // Problemy vnedreniya rezultatov innovacionnyh razrabotok [Problems of implementing the results of innovative developments]: Collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Perm, November 25, 2015 / Responsible editor: Asatur Sukiasyan. Vol. 2. – Perm : OOO “Aeterna”, 2015. – P. 26–28.
13. Belopukhov, S. L. Ekologicheski bezopasnyj peptidnyj bioregulyator rosta i razvitiya rastenij Floravit®-3R [An environmentally friendly peptide growth and development regulator for plants Floravit®-3R] / S. L. Belopukhov, I. I. Dmitrevskaya, A. I. Grigorash // Agroecologia [Agroecology]. – 2015. – Vol. 3, № 3–3. – P. 31–33.
14. Dorozhkina, L. A. EkoFus – novoe organomineralnoe udobrenie [EcoFus – a new organomineral fertilizer] / L. A. Dorozhkina, B. U. Misrieva, E. S. Prikhodko // Agrokhimichesiy vestnik [Agrochemical Bulletin]. – 2014. – № 6. – P. 33–36.
15. Vakulenko, V. V. EkoFus – novoe vysokoeffektivnoe udobrenie [EcoFus – a new highly effective fertilizer] / V. V. Vakulenko // Zashchita i karantin rastenij [Plant Protection and Quarantine]. – 2016. – № 2. – P. 45.
16. Naumkin, V. N. Tekhnologiya rastenievodstva [Crop production technology] / V. N. Naumkin, A. S. Stupin. – 4th ed., revised. – Saint-Petersburg : Lan, 2023. – 592 p.

#### Информация об авторах:

**Розова Мария Андреевна** – студентка-магистрант Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н. В. Верещагина (160555, Российская Федерация, Вологодская область, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2; e-mail: rozovamariy@gmail.com).

**Усова Ксения Александровна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н. В. Верещагина (160555, Российская Федерация, Вологодская область, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2; e-mail: kseniyausuva@mail.ru).

#### About the authors:

**Maria A. Rozova** – Master Student at the Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin (2 Shmidt str., Molochnoe village, Vologda, 60555, Russian Federation; e-mail: rozovamariy@gmail.com).

**Ksenia A. Usova** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor at the Department of Plant Growing, Agriculture and Agrochemistry of the Vologda State Dairy Farming Academy named after N. V. Vereshchagin (2 Shmidt str., Molochnoe village, Vologda, 60555, Russian Federation; e-mail: kseniyausuva@mail.ru).

#### Для цитирования:

Розова, М. А. Влияние защитно-стимулирующих комплексов на морфометрические показатели люпина узколистного в условиях Вологодской области в 2023 году / М. А. Розова, К. А. Усова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 110–115.

#### For citation:

Rozova, M. A. Vliyanie zashchitno-stimuliruyushchih kompleksov na morfometricheskie pokazateli lyupina uzkolistnogo v usloviyah Vologodskoj oblasti v 2023 godu [Influence of the protective-stimulating complexes on the morphometric indicators of narrow-leaved lupine in the conditions of the Vologda Region in 2023] / M. A. Rozova, K. A. Usova // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 110–115.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 28.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 28.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Урожайность, накопление белка и крахмала в зерне ярового ячменя от основной обработки почвы

О. Л. Салтыкова, Н. П. Бакаева

Самарский государственный аграрный университет,  
г. Кинель

saltykova\_o\_l@mail.ru

### Аннотация

Способы основной обработки почвы являются одними из ведущих звеньев систем земледелия, от которых зависят физические, агрохимические и биологические показатели почвенного плодородия и, как следствие, определяются величина урожая и качество его продукции. В статье представлены трехлетние (2020–2021) результаты исследований по изучению влияния различных способов основной обработки почвы: глубокая – вспашка на 20–22 см, мелкая – рыхление на 10–12 см, «нулевая» – без осенней механической обработки почвы, на урожайность ярового ячменя сорта Беркут, натурную массу зерна, массу 1 тыс. зерен, накопление крахмала и белка в зерне. Полевые опыты проводили на опытном поле Самарского государственного аграрного университета в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Установлено, что в среднем за годы исследований вспашка способствовала получению высокой урожайности зерна ярового ячменя на уровне 2,36 т/га. При этом отмечались и наибольшие показатели натурной массы зерна – 682 г/л, белка – 12,86 % и его фракционного состава – 88,4 %. На получение высокого сбора белка с единицы площади – 2,56 ц/га – значительное влияние оказала и большая величина урожайности зерна. «Нулевая» обработка почвы способствовала получению высокой массы 1 тыс. зерен – 48,5 г. В крупном зерне отмечалось и повышенное содержание крахмала – 50,6 %. Зерно ярового ячменя, полученное с высокой урожайностью, технологическими показателями качества зерна, содержанием крахмала и белка, а также его фракционным составом, по всем критериям имеет зернофуражное направление использования, обладающее ценными кормовыми достоинствами.

### Ключевые слова:

яровой ячмень, вспашка, рыхление почвы, без осенней механической обработки почвы, урожайность, масса 1 тыс. зерен, натурная масса зерна, крахмал, белок, фракционный состав белка

### Введение

Ячмень (*Hordeum sativum* L.) является важной зерновой культурой, возделываемой как в мире, так и в России. Основная масса полученного зерна ячменя в нашей стране

## Yield, protein and starch accumulation in spring barley grain in dependence of basic tillage

O. L. Saltykova, N. P. Bakaeva

Samara State Agrarian University,  
Kinel

saltykova\_o\_l@mail.ru

### Abstract

The methods of basic tillage are among the leading links in the agricultural systems, on which the physical, agrochemical and biological indicators of soil fertility depend and which finally determine the crop yield and its quality. The article presents three-year (2020–2022) research results on the effect various methods of basic tillage insert on yield, bushel weight of grain, weight of 1 thousand grains, accumulation of starch and protein in grain of spring barley of the Berkut variety. The basic tillage methods were: deep tillage – plowing by 20–22 cm, shallow tillage – loosening by 10–12 cm, “zero” tillage – without autumn mechanical tillage. Field experiments were conducted on the experimental field of the Samara State Agrarian University in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. Over the three years of research, plowing contributed to a high yield of spring barley grain of 2.36 t/ha on the average. At the same time, we estimated high values of the bushel weight of grain averaging 682 g/l, protein content – 12.86 %, and its fractional composition – 88.4 %. The high yield value of grain also had a significant impact on obtaining a high protein harvest per unit area amounting 2.56 centner/ha. “Zero” tillage contributed to the production of a high weight value of 1 thousand grains – 48.5 g. Coarse grain was also marked through an increased starch content – 50.6 %. The spring barley grain produced with high yield, technological indicators of grain quality, starch and protein content, as well as its fractional composition, has a fodder-grain application direction and possesses a valuable feeding value.

### Keywords:

spring barley, plowing, soil loosening, without autumn mechanical soil tillage, yield, weight of 1 thousand grains, bushel grain weight, starch, protein, fractional composition of protein

(около 65 %) идет на кормовые цели [1, 2]. Яровой ячмень обладает хорошими кормовыми достоинствами, высокой урожайностью и ее стабильностью, пластичностью к раз-

личным метеорологическим условиям. Ценность кормового ячменя тем выше, чем выше содержание в нем белка. Зерно ячменя богато такими незаменимыми аминокислотами, как лизин и триптофан [3, 4]. Продуктивность и качество зерна ярового ячменя во многом зависят от сортовых особенностей культуры, почвенно-климатических и погодных условий, а также отдельных элементов технологии возделывания [5, 6]. Согласно почвенно-климатическим условиям зоны, в технологии возделывания ярового ячменя очень важно выбрать такой способ основной обработки почвы, который не будет снижать плодородие почвы, урожайность и качество зерна, и будет менее затратным [6, 7].

Цель исследований – повышение урожайности, технологических показателей и белковости зерна ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

## Материалы и методы

Исследования проводили в 2020–2021 гг. на опытном поле Самарского аграрного университета и научно-исследовательской лаборатории «Агроэкология». Яровой ячмень сорта Беркут возделывали в пятипольном зернопаровом севообороте, где ячмень являлся завершающей культурой. Предшественником была яровая пшеница.

Изучались различные способы основной обработки почвы: глубокая – вспашка на 20–22 см; мелкая – рыхление на 10–12 см; «нулевая» – без осенней механической обработки почвы (после уборки предшественников применялся гербицид сплошного действия «Торнадо» в дозе 3 л/га), весной осуществлялся прямой посев культуры [8]. Площадь делянок – 750 м<sup>2</sup>. Повторность опытов – трехкратная.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднесуглинистый, с содержанием гумуса 5,7 %, нейтральной реакцией среды и повышенным содержанием в слое почвы 0–30 см легкогидролизуемого азота (124 мг/кг), подвижного фосфора (132) и обменного калия (310) [там же].

Сорт ярового ячменя Беркут является сортом зернофуражного направления использования, относится к разновидности субмедикум и включен в Госреестр по Средневолжскому региону. Сорт среднеспелый, с вегетационным периодом 72–84 дня, со средней урожайностью в регионе 27,7 ц/га, содержанием белка 10,9–12,7 %, натурной массой 670–690 г/л, массой 1 тыс. семян 42–49 г. В сорте ярко выражены адаптивные свойства, позволяющие в максимальной степени реализовать потенциал продуктивности на бедных агрофонах в поздние сроки сева, при засухе.

По данным метеорологической станции «Усть-Кинельская», сумма активных температур и количество выпавших осадков в 2020–2021 гг. в период активной вегетации ярового ячменя были на уровне 2932 °С и 146 мм (ГТК=0,5, условия характеризуются как засуш-

ливые). В 2022 г. в весенний период количество осадков выпало в два раза больше среднеемноголетних значений. Температурный режим в летние месяцы был на уровне многолетней нормы с превышением количества осадков в июне на 14,9 мм, в июле – 12,1 мм (норма – 47 мм). В августе осадки выпадали только в первой половине месяца (ГТК=0,88, условия характеризуются как засушливые).

Сложившиеся погодные условия за годы исследований можно охарактеризовать не совсем благоприятными, так как не в полной мере соответствовали нормальному росту и развитию яровых зерновых культур [9].

Урожай зерна ярового ячменя приводили к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте, а обработка данных – методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [10]. Содержание белка в зерне и его фракционный состав, а также содержание крахмала определяли по методам Кочетова и Х. Н. Починок [11, 12]. Массу 1 тыс. зерен исследовали по методике ГОСТ 10842–89, натурную массу зерна – по ГОСТ 10840–64. Полученные результаты обрабатывали статистически с помощью пакета компьютерных программ Excel и «Пакет программ по статистике».

## Результаты и их обсуждение

Величина урожая и качество зерна характеризуют хозяйственную ценность посевов зерновых культур и являются основными показателями того или иного элемента технологии возделывания культуры [13].

По данным наших исследований установлено, что урожайность ярового ячменя в разные годы была различной и изменялась в зависимости от сложившихся погодных условий и способов основной обработки почвы (табл. 1).

В 2020 г. урожайность по всем вариантам опыта была сравнима и находилась в пределах 2,84–2,87 т/га. В сло-

Таблица 1  
Урожайность и технологические показатели качества зерна ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы (2020–2022)

Table 1  
Yield and technological indicators of spring barley grain quality depending on the methods of basic soil tillage (2020–2022)

Способы основной обработки почвы	Показатели	Годы исследований			В среднем
		2020	2021	2022	
Вспашка на 20–22 см (глубокая)	Урожайность, т/га	2,85	1,55	2,67	2,36
	Масса 1 тыс. зерен, г	46,5	42,0	48,4	45,6
	Натурная масса зерна, г/л	690	672	685	682
	Содержание крахмала, %	46,9	49,5	47,3	47,9
Рыхление на 10–12 см (мелкая)	Урожайность, т/га	2,84	1,38	2,46	2,23
	Масса 1 тыс. зерен, г	49,1	43,9	49,0	47,3
	Натурная масса зерна, г/л	686	659	678	674
	Содержание крахмала, %	47,8	51,3	49,0	49,4
Без осенней механической обработки почвы («нулевая»)	Урожайность, т/га	2,87	1,19	2,44	2,17
	Масса 1 тыс. зерен, г	50,3	45,5	49,6	48,5
	Натурная масса зерна, г/л	687	664	672	674
	Содержание крахмала, %	48,6	52,3	50,8	50,6

Примечание. НСР<sub>05</sub> по урожайности в 2020 г. = 3,21 ц/га; НСР<sub>05</sub> по урожайности в 2021 г. = 1,37 ц/га; НСР<sub>05</sub> по урожайности в 2022 г. = 1,22 ц/га, ч.  
Note. LSD<sub>05</sub> (Least Significant Difference) by yield in 2020 = 3.21 c/ha, in 2021 = 1.37 c/ha, in 2022 = 1.22 c/ha.

жившихся условиях 2021 г. урожайность ячменя была в два раза меньше по сравнению с 2020 и 2022 гг. Наибольшая урожайность зерна получена по вспашке – 1,55 т/га, что выше на 10 и 23 % по сравнению с рыхлением и без осенней механической обработки почвы. В 2022 г. урожайность варьировала от 2,44 до 2,67 т/га. Максимальная урожайность отмечалась по вспашке – 2,67 т/га. Урожайность, полученная на вариантах с рыхлением почвы и без осенней ее обработки, была сравнима – 2,46 и 2,44 т/га соответственно, что на 8 и 9 % ниже по сравнению со вспашкой.

Таким образом, в среднем за годы исследований на варианте со вспашкой обеспечивалась высокая урожайность ярового ячменя на уровне 2,36 т/га. Сравнимая урожайность, полученную по глубокой обработке почвы с мелкой и «нулевой», отмечалось что данный показатель был ниже на 5 и 8 % соответственно.

Изучение влияния способов основной обработки почвы на такие технологические показатели, как масса 1 тыс. зерен, натурная масса зерна, содержание крахмала и белка представлены в табл. 1 и 2.

Высокий показатель натурной массы зерна для ярового ячменя, согласно ГОСТ критериям, составляет свыше 605 г/л. Анализируя натурную массу зерна ярового ячменя, полученную по всем вариантам опыта, отмечалось, что все значения существенно превысили установленный ГОСТом показатель. В среднем за годы исследований наибольшая натурная масса зерна была получена по вспашке – 682 г/л, несколько ниже при рыхлении и без осенней механической обработки почвы – на уровне 674 г/л.

Крупность и выполненность зерна оценивается массой 1 тыс. зерен. Чем крупнее зерно, тем лучше оно выполнено, тем больше численные значения данного показателя. В крупном зерне, как правило, регистрируется повышенное содержание крахмала, в мелком – высокое содержание белка [14, 15].

В среднем за годы исследований на варианте без осенней механической обработки почвы отмечалась максимально высокая масса 1 тыс. зерен, что на 2,9 г выше, чем по вспашке. Несколько ниже данный показатель был на варианте мелкой обработки почвы. При этом масса 1 тыс. зерен была ниже на 1,2 г по сравнению с вариантом «нулевой» обработки почвы. В крупном зерне, как показали наши исследования, отмечалось и повышенное содержание крахмала. Так, в среднем за годы исследований содержание крахмала в зерне ячменя на варианте без осенней механической обработки почвы превысило значения на 1,2 и 2,9 %, полученные по рыхлению почвы и вспашке соответственно.

Одним из самых важных и ценных показателей качества зерна ячменя, используемого на кормовые цели, является содержание белка [14, 15]. Накопление белка в зерне

ячменя в среднем за годы исследований в зависимости от способов основной обработки почвы изменялось в пределах от 11,7 до 12,6 %. При глубокой обработке почвы – вспашке – наблюдалось повышение содержания белка, что на 0,4 и 0,9 % выше по сравнению с вариантами мелкой и «нулевой» обработками почвы. Значительное снижение содержания белка в зерне ячменя при «нулевой» обработке почвы объясняется тем, что при такой обработке почвы происходит снижение уровня обеспеченности растений азотом, в сравнении с классической отвальной обработкой, по причине меньшей минерализации органического вещества [7, 16].

Таблица 2

Содержание белка в зерне ярового ячменя и валовый сбор белка в зависимости от способов основной обработки почвы (2020–2022)

Table 2

Protein content in spring barley grain and gross protein yield depending on the methods of basic soil tillage (2020–2022)

Способы основной обработки почвы	Содержание белка в зерне, %				Валовый сбор белка, ц/га			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	В среднем	2020 г.	2021 г.	2022 г.	В среднем
Вспашка на 20–22 см (глубокая)	12,9	12,0	12,8	12,6	3,16	1,60	2,93	2,56
Рыхление на 10–12 см (мелкая)	13,2	11,2	12,1	12,2	3,22	1,33	2,56	2,37
Без осенней механической обработки почвы («нулевая»)	12,2	10,9	12,0	11,7	3,01	1,12	2,52	2,22

На получение сбора белка с единицы площади значительное влияние оказывала величина урожайности. Максимальный выход белка в среднем за годы исследований с 1 га – 2,56 ц, был получен по вспашке, где урожайность достигала в среднем 2,36 т/га. При этом валовый сбор белка снижался на вариантах при рыхлении и без осенней механической обработки почвы на 7 и 13 % соответственно.

Немаловажное значение для оценки фуражной ценности зерна ячменя имеет фракционный состав белка, а также соотношение низко- и высокомолекулярных фракций. Так, для корма птицы и свиней предпочтительнее низкомолекулярные фракции, а для жвачных животных – высокомолекулярные [2, 17]. Отмечается, что фракционный состав зерна зависит от генетических особенностей сорта, погодных условий и технологии возделывания культуры [17].

В табл. 3 представлены в среднем за годы исследования результаты фракционного состава белка зерна ярового ячменя в зависимости от различных способов основной обработки почвы.

В среднем за годы исследований в составе низкомолекулярной фракции преобладали водорастворимые белки альбумины (26,6 %), а в составе высокомолекулярной – глютелины (22,9 %). На долю нерастворимых белков в среднем приходилось 15,6 %. Наибольшее содержание всех фракций белка зерна ярового ячменя было получено по вспашке (88,4 %), что на 5 и 7 % выше, чем по рыхлению почвы и без осенней механической обработки соответственно.

Таблица 3  
Фракционный состав белка зерна ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы, % (2020–2022)

Table 3  
Protein fractional composition of spring barley grain depending on the methods of basic soil tillage, % (2020–2022)

Способы основной обработки почвы	Фракции белка						Всего	Доля нерастворимых белков
	Низкомолекулярная			Сумма				
	Альбумин	Глобулин	Сумма	Проламин	Глютелин	Сумма		
Вспашка на 20–22 см (глубокая)	27,3	17,8	45,1	19,9	23,4	43,3	88,4	11,6
Рыхление на 10–12 см (мелкая)	26,5	16,4	42,9	17,8	23,0	40,8	83,7	16,3
Без осенней механической обработки почвы («нулевая»)	26,0	15,9	41,9	17,0	22,3	39,3	81,2	18,8
В среднем по обработкам почвы	26,6	16,7	43,3	18,2	22,9	41,1	84,4	15,6

## Заключение

Совокупность представленных данных в среднем за три года исследований позволяет сделать следующие выводы:

1) глубокая обработка почвы – вспашка на 20–22 см, способствовала получению высокой урожайности зерна ярового ячменя на уровне 2,36 т/га. При этом отмечались и наибольшие показатели натурной массы зерна – 682 г/л, белка – 12,86 % и его фракционного состава – 88,4 %. На получение высокого сбора белка с единицы площади – 2,56 ц/га, значительное влияние оказала величина урожайности;

2) «нулевая» обработка почвы – без осенней механической обработки, способствовала получению высокой массы 1 тыс. зерен – 48,5 г. В крупном зерне отмечалось и повышенное содержание крахмала – 50,6 %;

3) зерно ярового ячменя, полученное с высокой урожайностью, технологическими показателями качества зерна (натурная масса и масса 1 тыс. зерен), содержанием крахмала и белка, а также фракционным составом белка, по всем критериям имеет зернофуражное направление использования, обладающее ценными кормовыми достоинствами.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Евдокимова, М. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя / М. А. Евдокимова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 1 (29). – С. 11–14.
2. Добрынина, Л. В. Ячмень – ценная зерновая культура / Л. В. Добрынина // Новое слово в науке. Молодежные чтения : сб. науч. тр. – Ставрополь : Общество с огра-

ниченной ответственностью «СЕКВОЙЯ», 2019. – С. 90–91.

3. Bakaeva, N. P. Components of the biotope soil and yield of barley / N. P. Bakaeva, O. A. Chugunova, O. L. Saltykova, M. S. Prikazchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : scientific conference. – Volgograd, Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42062.
4. Огородников, Л. П. Урожайность ярового ячменя и химический состав зерна в зависимости от метеорологических особенностей вегетационного периода / Л. П. Огородников, П. А. Постников // Проблемы плодородия почв, земледелия и растениеводства на Урале : сб. науч. тр. – Екатеринбург, 1999. – С. 27–5.
5. Кузьминых, А. Н. Влияние способов предпосевной обработки почвы на засоренность посевов и урожайность ярового ячменя / А. Н. Кузьминых, Г. И. Пашкова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2019. – № 21. – С. 34–37.
6. Bakaeva, N. P. Agriculture biologization levels in cultivation of spring barley in forest steppe of middle Volga / N. P. Bakaeva, O. L. Saltykova, M. S. Prikazchikov // Bio web of conferences : scientific-practical conference. – Kazan, 2020. – P. 00074.
7. Бобкова, Ю. А. Влияние приемов обработки почвы на ее биологическую активность и урожайность ячменя ярового / Ю. А. Бобкова, Н. И. Абакумов // Агробизнес и экология. – 2015. – Т. 2, № 2. – С. 8–10.
8. Салтыкова, О. Л. Возделывание озимой пшеницы для получения зерна высокой белковости в условиях Среднего Поволжья / О. Л. Салтыкова, С. Н. Зудилин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 1. – С. 3–9.
9. Бакаева, Н. П. Повышение урожайности и сбора белка при возделывании ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья / Н. П. Бакаева, О. Л. Салтыкова, А. С. Васильев // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. – Кинель : Самарский государственный аграрный университет, 2023. – С. 9–13.
10. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Кочетов, Г. А. Практическое руководство по этимологии / Г. А. Кочетов. – Москва : Высшая школа, 1971. – 270 с.

12. Починок, Х. Н. Методы биохимического исследования растений / Х. Н. Починок. – Киев, 1976. – 297 с.
13. Беляков, И. И. Ячмень в интенсивном земледелии / И. И. Беляков. – Москва : Росагропромиздат, 1990. – 176 с.
14. Замайдинов, А. А. Влияние технологии возделывания ячменя на накопления белка и крахмала в зерне / А. А. Замайдинов // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2014. – Т. 2, № 7. – С. 90–92.
15. Peltonen-Sainio, P. Improving cereal protein yields for high latitude conditions / P. Peltonen-Sainio, L. Jauhiainen, E. Nissila // *European Journal Agronomy*. – 2012. – Vol. 39. – P. 1–8.
16. Babadzhanova, M. A. Functional properties of the multienzyme complex of Calvin cycle key enzymes / M. A. Babadzhanova, N. P. Bakaeva, M. P. Babadzhanova // *Russian Journal of Plant Physiology*. – 2000. – Vol. 47, № 1. – P. 23–31.
17. Глуховцев, В. В. Особенности накопления белка в зерне ярового ячменя / В. В. Глуховцев // *Агро XXI*. – 2003. – № 1–6. – С. 95–96.
18. Bakaeva, N. P. Agriculture biologization levels in cultivation of spring barley in forest steppe of middle Volga / N. P. Bakaeva, O. L. Saltykova, M. S. Prikazchikov // *Bio web of conferences : scientific-practical conference*. – Kazan, 2020. – P. 00074.
19. Bobkova, Yu. A. Vliyanie priemov obrabotki pochvy na eyo biologicheskuyu aktivnost i urozhajnost yachmenya yarovogo [The influence of soil tillage techniques on its biological activity and yield of spring barley] / Yu. A. Bobkova, N. I. Abakumov // *Agrobiznes i ekologiya [Agribusiness and Ecology]*. – 2015. – Vol. 2. – № 2. – P. 8–10.
20. Saltykova, O. L. Vozdelyvanie ozimoy pshenicy dlya polucheniya zerna vysokoy belkovosti v usloviyah Srednego Povolzhya [Cultivation of winter wheat to obtain high-protein grain in the conditions of the Middle Volga region] / O. L. Saltykova, S. N. Zudilin // *Bulletin of the Samara State Agricultural Academy*. – 2020. – № 1. – P. 3–9.
21. Bakaeva, N. P. Povyshenie urozhajnosti i sbora belka pri vzdelyvanii yarovogo yachmenya v usloviyah Srednego Povolzhya [Increase in yield and protein harvesting of spring barley cultivated in the conditions of the Middle Volga region] / N. P. Bakaeva, O. L. Saltykova, A. S. Vasiliev // *Innovacionnye dostizheniya nauki i tekhniki APK [Innovative Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex] : Collection of scientific papers*. – Kinel : Samara State Agrarian University, 2023. – P. 9–13.
22. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field trial methodology (with the bases of statistical processing of research results)] / B. A. Dospikhov. – Moscow : Agropromizdat, 1985. – 351 p.
23. Kochetov, G. A. Prakticheskoye rukovodstvo po enzimologii [Practical guide to enzymology]. – Moscow : Vysshaya shkola, 1971. – 270 p.
24. Pochinok, Kh. N. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy [Methods of biochemical research of plants] / Kh. N. Pochinok. – Kiev, 1976. – 297 p.
25. Belyakov, I. I. Yachmen v intensivnom zemledelii [Barley in intensive agriculture] / I. I. Belyakov. – Moscow : Rosa-gropromizdat, 1990. – 176 p.
26. Zamaidinov, A. A. Vliyanie tekhnologii vzdelyvaniya yachmenya na nakopleniya belka i krahmala v zerne [The influence of barley cultivation technology on the accumulation of protein and starch in grain] / A. A. Zamaidinov // *Collection of Scientific Papers of the Stavropol Scientific Research Institute of Animal Husbandry and Feed Production*. – 2014. – Vol. 2, № 7. – P. 90–92.
27. Peltonen-Sainio, P. Improving cereal protein yields for high latitude conditions / P. Peltonen-Sainio, L. Jauhiainen, E. Nissila // *European Journal Agronomy*. – 2012. – Vol. 39. – P. 1–8.

## References

1. Evdokimova, M. A. Vliyanie predshestvennikov i mineralnykh udobrenij na urozhajnost yarovogo yachmenya [The influence of precursors and mineral fertilizers on the yield of spring barley] / M. A. Evdokimova // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. – 2015. – № 1(29). – P. 11–14.
2. Dobrynina, L. V. Yachmen – cennaya zernovaya kultura [Barley is a valuable grain crop] / L. V. Dobrynina // *Novoe slovo v nauke. Molodezhnye chteniya [A New Word in Science. Youth Readings] : Collection of scientific papers*. – Stavropol : OOO "SEQUOIA", 2019. – P. 90–91.
3. Bakaeva, N. P. Components of the biotope soil and yield of barley / N. P. Bakaeva, O. A. Chu-gunova, O. L. Saltykova, M. S. Prikazchikov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: scientific conference*. – Volgograd, Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 42062.
4. Ogorodnikov, L. P. Urozhajnost yarovogo yachmenya i himicheskij sostav zerna v zavisimosti ot meteorologicheskikh osobennostej vegetacionnogo perioda [Yield of spring barley and the chemical composition of grain depending on the meteorological features of the growing season] / L. P. Ogorodnikov, P. A. Postnikov // *Problemy plodorodiya pochv, zemledeliya i rastenievodstva na Urale [Issues on Soil Fertility, Agriculture and Crop Production in the Urals] : Collection of scientific papers*. – Ekaterinburg, 1999. – P. 27–5.
5. Kuzminykh, A. N. Vliyanie sposobov predposevnoj obrabotki pochvy na zasorennost posevov i urozhajnost yarovogo yachmenya [The influence of methods of pre-sowing tillage on the weed infestation of crops and the yield of spring barley] / A. N. Kuzminykh, G. I. Pashko-



16. Babadzhanova, M. A. Functional properties of the multienzyme complex of Calvin cycle key enzymes / M. A. Babadzhanova, N. P. Bakaeva, M. P. Babadzhanova // Russian Journal of Plant Physiology. – 2000. – Vol. 47, № 1. – P. 23–31.
17. Glukhovtsev, V. V. Osobennosti nakopleniya belka v zerne yarovogo yachmenya [Features of protein accumulation in spring barley grain] / V. V. Glukhovtsev // Agro XXI. – 2003. – № 1–6. – P. 95–96.

#### Информация об авторах:

**Салтыкова Ольга Леонидовна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Самарского государственного аграрного университета; Scopus Author ID: 57211155389, <http://orcid.org/0000-0001-9654-5950>, ID РИНЦ: 839457 (446442, Российская Федерация, п.г.т. Усть-Кинельский, г. Кинель, ул. Учебная, д. 2; e-mail: [saltykova\\_o\\_l@mail.ru](mailto:saltykova_o_l@mail.ru)).

**Бакаева Наталья Павловна** – доктор биологических наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии Самарского государственного аграрного университета; Scopus Author ID: 57211157997, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>, ID РИНЦ: 778978 (446442, Российская Федерация, п.г.т. Усть-Кинельский, г. Кинель, ул. Учебная, д. 2; e-mail: [bakaevanp@mail.ru](mailto:bakaevanp@mail.ru)).

#### About the authors:

**Olga L. Saltykova** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor at the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology at the Samara State Agrarian University; Scopus Author ID: 57211155389, <http://orcid.org/0000-0001-9654-5950>, ID RSCI: 839457 (2 Uchebnaya str., Kinel, Russian Federation, 446442; e-mail: [saltykova\\_o\\_l@mail.ru](mailto:saltykova_o_l@mail.ru)).

**Natalya P. Bakaeva** – Doctor of Sciences (Biology), Professor at the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology at the Samara State Agrarian University; Scopus Author ID: 57211157997, <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>, ID RSCI: 778978 (2 Uchebnaya str., Kinel, Russian Federation, 446442; e-mail: [bakaevanp@mail.ru](mailto:bakaevanp@mail.ru)).

#### Для цитирования:

Салтыкова, О. Л. Урожайность, накопление белка и крахмала в зерне ярового ячменя от основной обработки почвы / О. Л. Салтыкова, Н. П. Бакаева // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 116–121.

#### For citation:

Saltykova, O. L. Urozhajnost, nakoplenie belka i krahmala v zerne yarovogo yachmenya ot osnovnoj obrabotki pochvy [Yield, protein and starch accumulation in spring barley grain in dependence of basic tillage] / O. L. Saltykova, N. P. Bakaeva // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 116–121.

Дата поступления статьи: 11.09.2024

Прошла рецензирование: 29.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 11.09.2024

Reviewed: 29.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Влияние азотных удобрений на выход пожнивно-корневых остатков в зернотравяном севообороте

А. К. Свечников

Марийский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Республика Марий Эл, пос. Руэм  
koalder@yandex.ru

### Аннотация

В 2013–2018 гг. проводилось изучение выхода растительных остатков в зернотравяном севообороте в условиях Республики Марий Эл. Выяснено, что после использования клеверо-люцерно-тимофеечной смеси запахируется наибольшее количество пожнивно-корневых остатков и заключенных в них питательных элементов. При этом преимущества внесения азотных удобрений усиливаются к концу ротации при возделывании однолетних трав.

### Ключевые слова:

растительные остатки, элементы питания, ячмень, травосмеси, азот, фосфор, калий

А. С. Башков и др. [1] утверждают, что: «Сохранение и особенно воспроизводство плодородия почв требует обязательного внесения удобрений, то есть полного возвращения главных элементов питания растений». G. Brankatschk, M. Finkbeiner [2, 3] считают, что севооборот способен улучшать питательные ресурсы почвы, сократив потребность в органических и химических удобрениях. Так, если нет возможности внесения органических удобрений в севооборотах, то растительные остатки становятся основными источниками гумуса [4–9]. Доля органических веществ в сухой массе пожнивно-корневых остатков (далее – ПКО) – около 79–82 % [10]. Они минерализуются медленнее гумуса и способны превосходить органические удобрения по своему воздействию [4, 11]. Среди макроэлементов фосфор освобождается быстрее всего [12, 13]. Заключенный в них азот вымывается значительно меньше минеральных удобрений [12, 14]. Согласно данным Е. В. Колобова и П. А. Постникова [15], систематическое внесение удобрений приводило к накоплению растительных остатков под культурами севооборотов. Максимумы были отмечены в зернотравяном севообороте.

В посевах Республики Марий Эл также следует увеличивать количество ПКО, поскольку существует дефицит органических и особенно азотных минеральных удобрений. В данном случае важно определить, на сколько увеличивают выход растительных остатков азотные удобрения и за

## Effect of nitrogen fertilisers on the yield of crop-root residues in cereal-grass crop rotation

A. K. Svechnikov

Mari Research Institute of Agriculture, Branch of the Federal Agrarian Science Centre of the North-East, Republic of Mari El, Ruem settlement  
koalder@yandex.ru

### Abstract

The yield of plant residues in cereal-grass crop rotation in the conditions of the Republic of Mari El was studied in 2013–2018. After the use of clover-alfalfa-timothy mixture, crop-root residues and nutrients contained in them are ploughed in large amounts. At the same time, the application advantages of nitrogen fertilisers increase towards the end of rotation when annual grasses are cultivated.

### Keywords:

crop residues, nutrients, barley, grass mixtures, nitrogen, phosphorus, potassium

счет каких культур в структуре зернотравяного севооборота, что стало целью исследований.

Для выполнения цели исследований были использованы данные третьей ротации шестипольного зернотравяного севооборота (2013–2018). Чередуемость культур было следующее: травосмесь из яровой вики и овса с подсевом многолетних трав из клевера люцерны и тимофеевки → многолетние травы первого года пользования → озимая рожь и поукосно горчица → яровой ячмень → травосмесь из яровой вики и овса и поукосно горчица → травосмесь из яровой вики, овса и подсолнечника. Все культуры, кроме ячменя на зернофураж, возделывались на зеленую массу. В эксперименте сравнивали два уровня внесения азотных удобрений ( $N_{60}$  и  $N_0$ ) в четырех повторностях на фоне  $P_{60}K_{60}$ . В почвенном участке (дерново-подзолистый с высоким содержанием фосфора и калия) опыта азотные удобрения в год использования многолетних трав не вносили. Учет ПКО производили перед вспашкой по методу Н. З. Станкова [16]. В растениях определяли общий азот по ГОСТ 13496, калий и фосфор – по ГОСТ 26207–84, сухое вещество – высушиванием до постоянного веса при температуре +105 °С. Для отдельных культур использовали поправочные коэффициенты [17].

Количество сухой массы запахиваемых ПКО многолетней бобово-злаковой смеси не зависело от азотных удобрений и составило около 10,6±1,0 т/га (таблица). Это самый

высокий уровень в опыте, что превышает показатели некоторых публикаций [18, 19] по изучению клевера и многолетних трав [20] более, чем на 3 т/га, клеверо-тимофеечной смеси [18, 19] – на 2 т/га, многолетних трав в Республике Беларусь [21] – до двух раз, клевера в Кировской области [22] – в три раза. Стоит отметить, что в данных исследованиях указанные культуры также были лучшими среди других по массе ПКО. В них тоже зафиксировано наибольшее количество азота (214±25 кг/га), фосфора (77±9) и калия (102±11 кг/га). При этом влияние азотных удобрений оказалось несущественным.

Поле – озимая рожь и поукосно горчица. Основная масса ПКО поля состояла из растительных остатков озимой ржи. Доля горчицы в вариантах не превышала 40 %. Однако благодаря ему количество сухого вещества запаханных ПКО составляло в среднем 9,5±1,6 т/га, что в сумме с озимой рожью приближает к результатам с многолетними травами. Азотные удобрения по 5%-ной значимости не давали существенных преимуществ как по изучаемому показателю, так и по заключенным в остатках элементам питания. Обычно растениям горчицы свойственна высокая концентрация элементов питания, особенно азота и фосфора [23], но в наших исследованиях, как и в скандинавских опытах [12], наблюдалась похожая ситуация и по калию. Однако озимая рожь оставляла в своем ПКО мало элементов питания, поэтому в общем за год в остатках было заключено невысокое количество азота (95±13), фосфора (49±6) и калия (74±9 кг/га).

Яровой ячмень на зерно в агроклиматических условиях Республики Марий Эл – культура, после которой редко размещают промежуточные посевы. К тому же после его возделывания обычно остается лишь 2–3 т/га сухого вещества ПКО [24]. Все же в наших исследованиях в поле сформировалось 6,2±1,3 т/га сухого вещества растительных остатков, главным образом, благодаря достаточному весеннему запасу влаги. Несмотря на то, что многолетние бобово-злаковые травы не были предшественниками, положительное влияние на биомассу ПКО оставалось несущественным. Также ячмень имел в опыте невысокое

количество основных элементов питания в своих остатках: азота (73±8), фосфора (32±3) и калия (78±1)0 кг/га. Это соответственно в 2,93; 2,41 и 1,31 раза меньше, чем в растительных остатках многолетних трав.

Поле – викоовсяная смесь и поукосно горчица. Поскольку однолетним травам свойственна низкая корневая биомасса, в данном поле даже с совместно с промежуточной культурой сформировано всего лишь 8,1±1,1 т/га растительных остатков. Тем не менее благодаря бобовому компоненту и аккумулирующей азот горчице данного элемента было соизмеримое количество с многолетними бобово-злаковыми травами. Однако калия было меньше всего по опыту (48±6 кг/га). Стоит отметить, что применение азотных удобрений дало существенное преимущество (43,1 %) по формированию массы фосфора в ПКО, чего по другим рассмотренным показателям не наблюдалось.

Поле с травосмесью из вики, овса и подсолнечника демонстрировало самые низкие изучаемые показатели в опыте. Сбор сухого вещества в ПКО составлял в среднем 3,3±0,6 т/га (на 3,21 раза меньше, чем после многолетних трав). Азота в них было всего 43±8 кг/га, фосфора – 22±3 и калия – 67±12 кг/га, что выше, чем после клеверо-люцерно-тимофеечной травосмеси на 4,98; 3,50 и 1,52 раза соответственно. После данной травосмеси прослеживалось наибольшее влияние азотных удобрений. Так, при внесении азота сухой биомассы ПКО было выше, чем в неудобренном фоне, в 2,09 раза, азота – в 2,31, фосфора – 1,59, а калия – в 1,98 раза.

## Заключение

В результате исследований выяснено, что на дерново-подзолистой почве в условиях Республики Марий Эл в зернотравяном севообороте после использования клеверо-люцерно-тимофеечной смеси запахивается наибольшее количество пожнивно-корневых остатков и заключенных в них питательных элементов. При этом преимущества внесения азотных удобрений усиливаются к концу ротации при возделывании однолетних трав.

Ежегодное количество элементов питания в биомассе запаханных пожнивно-корневых остатков в третьей ротации севооборота (2014–2018)

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Annual amount of nutrition elements in biomass of ploughed crop-root residues in the third crop rotation (2014–2018)

## Литература

1. Башков, А. С. Фосфатное состояние дерново-подзолистых почв Удмуртии и проблема фосфорного питания сельскохозяйственных культур / А. С. Башков [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – Т. 1, № 50. – С. 11–20.
2. Brankatschk, G. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – Challenges and potential solutions / G. Brankatschk, M.

Элемент структуры севооборота	Сбор сухого вещества в ПКО, т/га		Элементы питания, кг/га					
			N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	N <sub>60</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>0</sub>	N <sub>60</sub>	N <sub>0</sub>
Многолетние травы	10,5±1,6	10,6±1,3	200±34	227±41	72±12	82±17	114±18	89±14
	10,6±1,0		214±25		77±9		102±11	
Рожь + горчица	10,1±2,1	8,8±2,7	99±22	91±17	52±11	45±7	77±18	70±5
	9,5±1,6		95±13		49±6		74±9	
Ячмень	6,8±1,2	5,6±1,5	76±9	70±6	33±2	30±4	74±5	81±13
	6,2±1,3		73±8		32±3		78±10	
Вика+овес + горчица	8,9±2	7,2±1,1	241±34	212±6	83±14	58±7	41±10	54±6
	8,1±1,1		227±17		71±9		48±6	
Вика+овес+ подсолнечник	4,4±1	2,1±0,2	60±11	26±5	27±5	17±3	89±17	45±7
	3,3±0,6		43±8		22±3		67±12	

- Finkbeiner // *Agricultural Systems*. – 2015. – Vol. 138. – P. 66–76.
3. Brankatschk, G. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints / G. Brankatschk, M. Finkbeiner // *Agron. Sustain. Dev.* – 2017. – Vol. 37, № 6. – P. 58.
  4. Свечников, А. К. Накопление пожнивно-корневых остатков и питательных элементов в кормовых севооборотах / А. К. Свечников // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2019. – Т. 20, № 6. – С. 613–622.
  5. Левин, Ф. И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции / Ф. И. Левин // *Агрохимия*. – 1977. – № 8. – С. 36–42.
  6. Донос, А. И. Роль растительных остатков в пополнении почвы органическим веществом и элементами минерального питания / А. И. Донос, П. Н. Кордуняну // *Агрохимия*. – 1980. – № 6. – С. 63–69.
  7. Шапошникова И. М. Послеуборочные остатки полевых культур в зернопаропропашном севообороте / И. М. Шапошникова, А. А. Новиков // *Агрохимия*. – 1985. – № 1. – С. 48–51.
  8. Сатаров, Г. А. Влияние удобрений на количество и состав растительных остатков / Г. А. Сатаров // *Агрохимия*. – 1988. – № 11. – С. 74–77.
  9. Тишков Н. М. Надземные растительные остатки подсолнечника – источник пополнения органическим веществом и элементами питания чернозема типичного / Н. М. Тишков, А. Н. Назарько // *Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. – 2015. – Т. 1, № 161. – С. 57–71.
  10. Ерёмин, Д. И. Химический состав растительных остатков сельскохозяйственных культур, выращенных на различном агрофоне в лесостепной зоне Зауралья / Д. И. Ерёмин, А. А. Ахмятова // *Вестник КрасГАУ*. – 2017. – № 2. – С. 20–38.
  11. Кузнецова, Л. Н. Накопление корневой массы и пожнивных остатков растениями ячменя в плодосменном и зернопропашном севооборотах / Л. Н. Кузнецова // *Вестник Курской ГСХА*. – 2015. – № 8. – С. 132–136.
  12. Torma, S. Residual plant nutrients in crop residues - an important resource / S. Torma [et al.] // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. – 2018. – Vol. 68, № 4. – P. 358–366.
  13. Matos, E. da S. Decomposition and nutrient release of leguminous plants in coffee agroforestry systems / E. da S. Matos [et al.] // *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. – 2011. – Vol. 35, № 1. – P. 141–149.
  14. Aulakh, M. S. Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertiliser / M. S. Aulakh [et al.] // *Soil Sci Soc Am J.* – 2000. – № 64. – P. 1867–1876.
  15. Колобов, Е. В. Микробиологическая активность почвы как фактор оценки биологизированных севооборотов / Е. В. Колобов, П. А. Постников // *Аграрный вестник Урала*. – 2012. – Т. 2, № 94. – С. 4–6.
  16. Станков, Н. З. Корневая система полевых культур / Н. З. Станков. – Москва : Колос, 1964. – 280 с.
  17. Трепачев, Е. П. Агрохимические аспекты биологического азота в современной земледелии / Е. П. Трепачев. – Москва : Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К. А. Тимирязева, 1999. – 532 с.
  18. Косолапова, А. И. Агроэкологическая роль севооборотов в обеспечении устойчивого функционирования ландшафтов / А. И. Косолапова // *Агроэкологические аспекты адаптивно-ландшафтного земледелия и органическое вещество пахотных почв Предуралья*. – Пермь : ПониЦАА, 2006. – С. 43–48.
  19. Завьялова, Н. Е. Методические подходы к изучению гумусного состояния пахотных почв / Н. Е. Завьялова // *Плодородие*. – 2006. – Т. 1, № 28. – С. 11–15.
  20. Mudrykh, N. M. Effect of fertilizers on the productivity of crop rotation and on organic matter in the soil / N. M. Mudrykh // *8th International Soil Science Congress 'Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management'*. – Izmir, 2012. – Vol. I. – P. 335–338.
  21. Никончик, П. И. Севооборот и воспроизводство плодородия почвы. Результаты 30-летнего стационарного опыта / П. И. Никончик // *Известия ТСХА*. – 2012. – № 3. – С. 88–98.
  22. Козлова, Л. М. Значение органического вещества почвы в современной земледелии / Л. М. Козлова [и др.] // *Современные проблемы устойчивого конструирования агроландшафтов и ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве Северо-Восточного региона европейской части России*. – Пермь : ОТ и ДО, 2009. – С. 77–81.
  23. Dubey, R. K. Response of Indian mustard to nutrients and plant growth regulators: The influence on yield, available soil P balance and P recycling through residues / R. K. Dubey [et al.] // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* – 2017. – Vol. 6, № 8. – P. 3319–3331.
  24. Борисова, Е. Е. Роль в севооборотах многолетних трав / Е. Е. Борисова // *Вестник НГИЭИ*. – 2015. – Т. 8, № 51. – С. 12–19.

## References

1. Bashkov, A. S. Fosfatnoe sostoyanie derno-podzolistykh pochv Udmurtii i problema fosfornogo pitaniya selskohozyajstvennykh kultur [Phosphate state of sod-podzolic soils of Udmurtia and the issue of phosphorus nutrition of agricultural crops] / A. S. Bashkov [et al.] // *Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy*. – 2017. – Vol. 1, № 50. – P. 11–20.
2. Brankatschk, G. Modeling crop rotation in agricultural LCAs – Challenges and potential solutions / G. Brankatschk, M. Finkbeiner // *Agricultural Systems*. – 2015. – Vol. 138. – P. 66–76.
3. Brankatschk, G. Crop rotations and crop residues are relevant parameters for agricultural carbon footprints / G. Brankatschk, M. Finkbeiner // *Agron. Sustain. Dev.* – 2017. – Vol. 37, № 6. – P. 58.
4. Svechnikov, A. K. Nakoplenie pozhnivno-kornevyykh ostatkov i pitatelnykh elementov v kormovykh sevooborotakh [Accumulation of crop-root residues and nutrient elements

- in forage crop rotations] / A. K. Svechnikov // *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka [Agrarian Science of the Euro-North-East]*. – 2019. – Vol. 20, № 6. – P. 613–622.
5. Levin, F. I. Kolichestvo rastitelnykh ostatkov v posevah polevykh kultur i ego opredelenie po urozhayu osnovnoj produkcii [Quantity of plant residues in crops of field crops and its determination by yield of main products] / F. I. Levin // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. – 1977. – № 8. – P. 36–42.
  6. Donos, A. I. Rol rastitelnykh ostatkov v popolnenii pochvy organicheskim veshchestvom i elementami mineralnogo pitaniya [The role of plant residues in enrichment of soil by organic matter and elements of mineral nutrition] / A. I. Donos, P. N. Kordunyanu // *Agrochemistry*. – 1980. – № 6. – P. 63–69.
  7. Shaposhnikova, I. M. Posleuborochnye ostatki polevykh kultur v zernoparopashnom sevooborote [Post-harvest residues of field crops in rotation of cereals, dead fallow and intertilled crops] / I. M. Shaposhnikova, A. A. Novikov // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. – 1985. – № 1. – P. 48–51.
  8. Satarov, G. A. Vliyanie udobrenij na kolichestvo i sostav rastitelnykh ostatkov [Effect of fertilisers on the amount and composition of plant residues] / G. A. Satarov // *Agrokimiya [Agrochemistry]*. – 1988. – № 11. – P. 74–77.
  9. Tishkov, N. M. Nadzemnye rastitelnye ostatki podsolnechnika – istochnik popolneniya organicheskim veshchestvom i elementami pitaniya chernozyoma tipichnogo [Aboveground plant residues of sunflower – a source of enrichment of typical chernozem with organic matter and nutrition elements] / N. M. Tishkov, A. N. Nazarko // *Maslichnye kultury. Nauchno-tehnicheskij byulleten VNIIMK [Oilseed Crops. Scientific and Technical Bulletin of VNIIMK]*. – 2015. – Vol. 1, № 161. – P. 57–71.
  10. Eremin, D. I. Chemical composition of plant residues of agricultural crops grown using different preceding agricultural practices in the forest-steppe zone of the Trans-Urals / D. I. Eremin, A. A. Akhmyatova // *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. – 2017. – № 2. – P. 20–38.
  11. Kuznetsova, L. N. Nakoplenie kornevoj massy i pozhnivnykh ostatkov rasteniyami yachmenya v plodosmenom i zernopropashnom sevooborotah [Accumulation of root weight and plant residues by barley plants in crop rotation and rotation of cereals and intertilled crops] / L. N. Kuznetsova // *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. – 2015. – № 8. – P. 132–136.
  12. Torma, S. Residual plant nutrients in crop residues – an important resource / S. Torma [et al.] // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science*. – 2018. – Vol. 68, № 4. – P. 358–366.
  13. Matos, E. da S. Decomposition and nutrient release of leguminous plants in coffee agroforestry systems / E. da S. Matos [et al.] // *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. – 2011. – Vol. 35, № 1. – P. 141–149.
  14. Aulakh, M. S. Yields and nitrogen dynamics in a rice-wheat system using green manure and inorganic fertilizer / M. S. Aulakh [et al.] // *Soil Sci Soc Am J*. – 2000. – № 64. – P. 1867–1876.
  15. Kolobov, E. V. Microbiological activity of soil as a factor of evaluation of biological rotations / E. V. Kolobov, P. A. Postnikov // *Agrarny vestnik Urala [Agrarian Bulletin of Ural]*. – 2012. – Vol. 2, № 94. – P. 4–6.
  16. Stankov, N. Z. Kornevaya sistema polevykh kultur [Root system of field crops] / N. Z. Stankov. – Moscow : Kolos, 1964. – 280 p.
  17. Trepachev, E. P. Agrohimicheskie aspekty biologicheskogo azota v sovremennom zemledelii [Agrochemical aspects of biological nitrogen in modern farming] / E. P. Trepachev. – Moscow : Russian State Agrarian University – K. A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 1999. – 532 p.
  18. Kosolapova, A. I. Agroekologicheskaya rol sevooborotov v obespechenii ustojchivogo funkcionirovaniya landshaftov [Agroecological role of crop rotations in ensuring sustainable functioning of landscapes] / A. I. Kosolapova // *Agroekologicheskie aspekty adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i organicheskoe veshchestvo pahotnykh pochv Preduralya [Agroecological Aspects of Adaptive-Landscape Farming and Organic Matter of Arable Soils of the Cis-Urals]*. – Perm : PONICAA, 2006. – P. 43–48.
  19. Zavyalova, N. E. Metodicheskie podhody k izucheniyu gumusnogo sostoyaniya pahotnykh pochv [Methodological approaches to the study of humus state of arable soils] / N. E. Zavyalova // *Plododorodie [Fertility]*. – 2006. – Vol. 1, № 28. – P. 11–15.
  20. Mudrykh, N. M. Effect of fertilizers on the productivity of crop rotation and on organic matter in the soil / N. M. Mudrykh // 8th International Soil Science Congress 'Land Degradation and Challenges in Sustainable Soil Management'. – Izmir, 2012. – Vol. 1. – P. 335–338.
  21. Nikonchik, P. I. Sevooborot i vosproizvodstvo plodorodiya pochvy. Rezultaty 30-letnego stacionarnogo opyta [Crop rotation and soil fertility restoration. Results of 30-year stationary experience] / P. I. Nikonchik // *Proceedings of the MTAА*. – 2012. – № 3. – P. 88–98.
  22. Kozlova, L. M. Znachenie organicheskogo veshchestva pochvy v sovremennom zemledelii [Value of soil organic matter in modern farming] / L. M. Kozlova [et al.] // *Sovremennye problemy ustojchivogo konstruirovaniya agrolandschaftov i resursosberegayushchie tekhnologii v sel'skom hozyajstve Severo-Vostochnogo regiona evropejskoj chasti Rossii [Current Questions on Sustainable Agrolandscape Design and Resource-Saving Technologies in Agriculture of the North-Eastern region of the European Part of Russia]*. – Perm : OT i DO, 2009. – P. 77–81.
  23. Dubey, R. K. Response of Indian mustard to nutrients and plant growth regulators: The influence on yield, available soil P balance and P recycling through residues / R. K. Dubey [et al.] // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. – 2017. – Vol. 6, № 8. – P. 3319–3331.
  24. Borisova, E. E. Rol v sevooborotah mnogoletnih trav [Role of perennial grasses in crop rotations] / E. E. Borisova // *Bulletin of the National Research Institute of Agricultural Economics*. – 2015. – Vol. 8, № 51. – P. 12–19.

**Информация об авторе:**

**Свечников Александр Константинович** – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Марийского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»; <http://orcid.org/0000-0002-0070-5348> (425231, Российская Федерация, Республика Марий Эл, Медведевский р-н, пос. Руэм, ул. Победы, д. 10, e-mail: koalder@yandex.ru).

**About the author:**

**Alexandr K. Svechnikov** – Candidate of Sciences (Agriculture), Researcher at the Agricultural Crops Cultivation Technology Department of the Mari Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitsky (10 Pobedy str., Ruem settlement, Medvedevsky Region, Mari El Republic, Russian Federation, 425231; e-mail: koalder@yandex.ru).

**Для цитирования:**

Свечников, А. К. Влияние азотных удобрений на выход пожнивно-корневых остатков в зернотравяном севообороте / А. К. Свечников // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 122–126.

**For citation:**

Svechnikov, A. K. Vliyanie azotnykh udobrenij na vyhod pozhnivno-kornevykh ostatkov v zernotravyanom sevooborote [Effect of nitrogen fertilisers on the yield of crop-root residues in cereal-grass crop rotation] / A. K. Svechnikov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 122–126.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 30.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 30.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Криосохранение каллусных клеток *Lupinus angustifolius* L. при низких температурах в условиях электроморозильника

М. И. Сергушкина\*, О. О. Зайцева\*,  
Т. В. Полежаева\*, О. Н. Соломина\*,  
А. Н. Худяков\*, О. Н. Шуплецова\*\*

\* Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар

\*\* Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н. В. Рудницкого,  
г. Киров

mara.kovalkova@mail.ru

### Аннотация

По мере развития биологических наук разработка новых протоколов для криосохранения различных биологических объектов становится все более востребованной. Особую актуальность имеет оптимизация современных способов долгосрочного хранения каллусных тканей растений, отличающихся труднодоступностью и высокой стоимостью. В статье оценивали возможность сохранения каллусных клеток *Lupinus angustifolius* L. в течение семи суток в условиях бытового электроморозильника, установленного на температуру  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  с применением традиционного криопротектора диметилсульфоксида. Показана перспективность представленного способа криоконсервирования каллуса. Исследования в данном направлении будут продолжены.

### Ключевые слова:

каллус, криосохранение, жизнеспособность, электроморозильник, диметилсульфоксид

### Введение

В настоящее время исследователи разного профиля широко используют каллусные культуры для разработки и выпуска биологически активных веществ (далее – БАВ) и новых, более эффективных цепочек соединений. Именно поэтому столь важно соблюдать все необходимые условия и брать во внимание все факторы, в том числе генотип, характеристики питательной среды, тип экспланта и т. д., обеспечивающие наращивание каллусной ткани. Далее для сохранения ценных свойств необходимо периодически пересаживать каллус на свежую питательную среду (каждые четыре недели) [1]. Однако в результате частой пересадки в каллусных культурах возникают негативные изменения (инфицирование, образование мутантных клеток, утрата способности к делению, возникновение соматических вариантов, гибель клеток и т. д.). [2]. Одним

## Cryopreservation of callus cells of *Lupinus angustifolius* L. at low temperatures in an electric freezer

M. I. Sergushkina\*, O. O. Zaitseva\*,  
T. V. Polezhaeva\*, O. N. Solomina\*,  
A. N. Khudyakov\*, O. N. Shupletsova\*\*

\* Institute of Physiology, Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

\*\* Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitskiy,  
Kirov

mara.kovalkova@mail.ru

### Abstract

With advances in biological sciences, the development of new protocols for cryopreservation of various biological objects becomes increasingly popular. Optimization of modern methods for long-term storage of plant callus tissues, which are difficult to extract and expensive, is of particular relevance. The article assesses the possibility of preserving *Lupinus angustifolius* L. callus cells for 7 days in a household electric freezer at  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  using the traditional cryoprotectant as dimethylsulfoxide. The prospects of the presented method of callus cryopreservation are shown. Research in this area will be continued.

### Keywords:

callus, cryopreservation, viability, electric freezer, dimethylsulfoxide

из методов снижения частоты пассирования является использование метода криоконсервирования каллуса. Исследователи разработали множество способов криоконсервирования животных клеток и тканей с сохранением репродуктивной способности (ооциты, сперматозоиды, эмбрионы) [3], сохраняя клетки для клеточной терапии (стволовые клетки, кровь и др.) [4, 5] и т. д. Но, вместе с тем, использование минусового температурного режима бывает трудно реализовать, так как животные и растительные клетки обладают довольно весомыми отличиями. Отметим несколько особенностей: наличие жестких стенок растительных клеток влияет на проникновение растворенных веществ, метаболическую активность и зародышеобразование льда [6]; активная деятельность хлоропластов может быть ответственна за чрезмерный окислительный

стресс, особенно на этапе оттаивания, когда аппарат фотосинтеза и антиоксидантные системы еще не полностью восстановились [7]; вакуоли вообще могут образовывать на себе большой объем льда, так как жидкость просто поддается замораживанию. Следовательно, для замораживания растительной ткани необходимо правильно выбрать подходы замораживания, определенные температурные режимы. При этом следует брать во внимание и специфику самой клетки, видовые свойства культур, подвергающихся замораживанию. Современные технологии предполагают для сохранения каллуса использование жидкого азота. Традиционным криопротектором для повышения выживаемости криоконсервированного растительного материала при температуре жидкого азота (-196 °С) является диметилсульфоксид (далее – ДМСО) [8]. Криоконсервации подвергают клетки и ткани растений ценного генофонда или обладающих высокой метаболической активностью синтеза практически значимых БАВ: суспензионные культуры, культуры меристем, пыльца, протопласты, эмбриониды. Однако чаще объектами для применения метода являются каллусные культуры. Методы криосохранения разрабатываются с учетом самых разнообразных факторов, в том числе и свойств клеток, так как самый оптимальный вариант – это небольшие клетки, в которых не содержится большой объем жидкости. Каждая отдельная ситуация требует к себе конкретного и специфического отношения как в процессе замораживания, так и последующего оттаивания материала. Необходим подбор оптимальных условий, обеспечивающих высокую выживаемость клеток при оттаивании и рекультивации. Обязательным условием успешности метода является сохранение после размораживания морфогенетических потенций и способности регенерировать жизнеспособные растения. В случае применения криоконсервации к клеткам – источнику БАВ, необходимо сохранять их продуктивность (количественный и качественный составы целевых вторичных метаболитов). Именно поэтому необходимо тщательно соблюдать все условия и правила проведения подобных экспериментов, связанных с воздействием низких температур.

Процедура заморозки с использованием жидкого азота связана с большими трудностями (дорогостоящее оборудование и его обслуживание, необходимость специального обучения персонала и др.).

Благодаря тому, что отечественные лаборатории и многие исследовательские центры обладают довольно неплохим лабораторным оборудованием, сегодня предоставлена возможность проводить любые опыты и исследования. В частности, многие исследователи получили возможность разрабатывать новые

протоколы для заморозки культур клеток без применения жидкого азота. Поэтому цель данной работы – оценить эффективность применения криопротектора (ДМСО) для сохранения каллусных клеток при температуре -80 °С в условиях бытового электроморозильника.

## Материалы и методы

Культивирование растительной клеточной культуры люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) проводили в термостатах Binder (Германия) при +26 °С в темноте в течение 21 суток на питательной среде Мурасиге-Скуга, содержащей витамины (мг/л: V<sub>1</sub> – 1,0; V<sub>2</sub> – 0,5; V<sub>3</sub> – 2,0; V<sub>5</sub> – 1,0; V<sub>6</sub> – 1,0; V<sub>7</sub> – 1,0; V<sub>9</sub> – 0,5; V<sub>12</sub> – 0,0015) и фитогормоны (нафтилуксусная кислота – 1,0 мг/л; кинетин – 0,1 мг/л). Каллус характеризуем как гомогенный белого цвета, рыхлый, умеренно обводненный, с удельной скоростью роста 0,99±0,25 сут<sup>-1</sup>.

**Криоконсервация клеток.** В качестве биологического объекта использовали клетки каллуса (в возрасте 15 дней) двудольного растения люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.), известного источника алкалоидов и обладающего высоким уровнем каллусогенеза. Цвет каллусной ткани – белый без примесей. Для эксперимента от каллусной ткани отделяли агрегат размером 10 × 10 мм и помещали в криопробирку с 1,5 мл питательной среды Мурасиге и Скуга (далее – МС) [10] при pH 6,1. Каллусы замораживали в средах МС (контрольная группа) и МС с криопротектором ДМСО 10 % по двум схемам. Схема 2 отличается дополнительной экспозицией экспланта с криопротектором при +7 °С в течение 1 ч. Известно, что ДМСО проникает в клетки каллуса с разной скоростью в зависимости от их диффе-

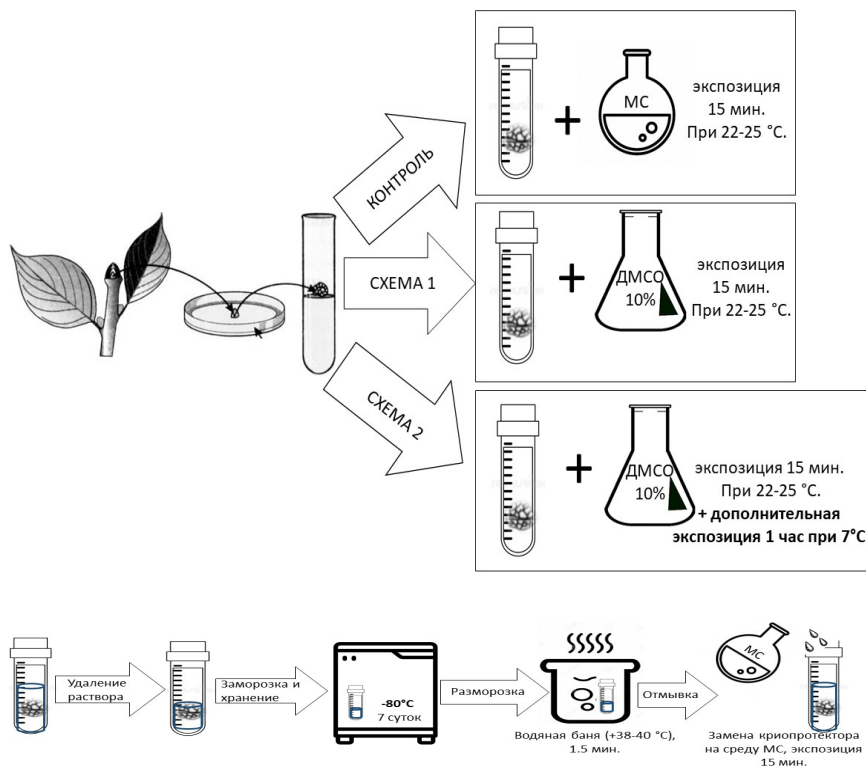


Рисунок 1. Схемы криоконсервирования клеток каллуса.  
Figure 1. Cryopreservation schemes of callus cells.



ренциации [9]. Каллус имеет дифференцированные и недифференцированные клетки. Поэтому для эффективного воздействия криопротектора необходимо исключить возможность недостаточного влияния криопротектора, а также сравнить выживаемость клеток каллуса с дополнительным воздействием ДМСО и без него. Схемы криоконсервирования клеток каллуса представлены на рис. 1.

Емкости с материалами помещали в морозильные камеры для последующего замораживания и хранения при температуре  $-80^{\circ}\text{C}$ . Процесс охлаждения протекает при температурном режиме от  $+20\text{...}-20$  в течение 2,6 мин., а затем температура опускалась до  $-80^{\circ}\text{C}$ , замораживание длилось около 3,5 мин. Хранение материала происходило в течение недели, далее он подвергался оттаиванию в водяной ванне, в которую набирали теплую воду с температурой около  $40^{\circ}\text{C}$ . В процессе оттаивания емкости с материалами периодически встряхивали, в среднем по 1–1,5 мин. Все опыты с замораживанием и последующим оттаиванием материала повторяли 21 раз.

**Определение жизнеспособности каллусных клеток.** В процессе проведения экспериментов с материалами основное внимание было уделено такому параметру, как клеточная жизнеспособность. В ходе опыта посредством применения микроскопов живые ткани клеток проверяли на предмет их целостности при помощи витального красителя трипанового синего. Отбирали пинцетом часть каллуса и помещали его в эппендорф, далее добавляли 400 мкл среды МС и аккуратно встряхивали каллус. Пипеткой Пастера отбирали 100 мкл жидкости с клетками, каплю помещали на предметное стекло и добавляли 100 мкл 0,1 %-ного раствора трипанового синего, накрывали покровным стеклом, излишки убирали фильтровальной бумагой. Препарат оценивали под микроскопом при увеличении  $10 \times 10$ . Процент жизнеспособных клеток в образце (на 100 клеток) определяли исходя из способности краски, проходя через травмированную мембранную ткань мертвых клеток, придавать им синий оттенок. Параллельно с этим живые клетки не пропускали через свои оболочки краситель. Поэтому мы делаем вывод, что целостность мембраны, а также выполнение ею своей защитной функции и является важным залогом жизнедеятельности клеток.

**Статистический анализ.** Проведение статистического исследования имеющейся информации позволяет получить средние значения и отклонение. В целях вычисления статистической значимости разницы между всеми параметрами использовалось специальное ПО, а также подходы Уилкоксона и Мани-Уитни. Получаемые значения определялись в качестве точных при условии, что  $p < 0,05$ . Сохранность представляли в процентах по отношению к уровню до замораживания, принятого за 100 %.

## Результаты и их обсуждение

Изначальное оценивание реализовывали методом осмотра, при котором изучали перемены,

произошедшие в тканях. До воздействия низкой температуры во всех трех пробах отмечали белый цвет каллуса без примесей, его рыхлую консистенцию и легкость разделения на агрегаты (фото).

После семи суток хранения каллусной ткани при низкой температуре ( $-80^{\circ}\text{C}$ ) и последующей разморозки в пробах во всех вариантах цвет каллуса изменился на желтоватый, повысилась плотность и, как следствие, разделение на агрегаты стало более трудоемким. Температурные переходы вызывают изменения количества внутриклеточной и внеклеточной воды, которая занимает огромную роль для регулирования состояния и функционирования мембран клеток. В процессе заморозки и оттаивания в биологической мембране происходят перестройка и изменения структурного состояния бислоя, что влечет за собой изменения условий взаимодействия ее компонентов (белков, фосфолипидов, гликопротеинов и т. д.), в результате компоненты мембраны могут находиться в более упорядоченном состоянии, и вся клеточная мембрана теряет свойства своей первоначальной подвижности, внешне это проявляется повышением плотности каллуса и изменением его цвета.

При воздействии отрицательной температуры клетки повреждаются и даже погибают, это является следствием механического воздействия растущих кристаллов льда и их расширением при замораживании. Также одним из факторов гибели каллусных клеток является осмотический дисбаланс и, как результат, неконтролируемое



А



Б

Фото. Внешний вид каллуса *Lupinus angustifolius* L.: А – макрофотография; Б – микрофотография (фото Е. Э. Душиной).

Photo. Appearance of *Lupinus angustifolius* L. callus: А – macrophotograph, Б – microphotograph (photos by E. E. Dushina).

**Показатели целостности клеточной мембраны каллусных клеток ( $M \pm \sigma$ ,  $n=7$ ), хранившихся при  $-80^{\circ}\text{C}$  в течение семи суток**

**Cell membrane integrity parameters of callus cells ( $M \pm \sigma$ ,  $n=7$ ) stored at  $-80^{\circ}\text{C}$  for seven days**

Серия	Показатели*	
	До замораживания	После отогрева
Каллус без криопротектора (контроль)	$83,0 \pm 2,0$	$21,4 \pm 2,3^*$
Каллус + ДМСО 10 % (схема 1)	$82,0 \pm 2,6$	$38,0 \pm 2,1^*$
Каллус + ДМСО 10 % (схема 2)	$82,8 \pm 2,5$	$38,0 \pm 2,1^*$

Примечание. # – данные представлены в процентах по отношению к уровню до замораживания, принятого за 100 %. \* – различие с показателем до замораживания  $p < 0,05$ .  
Note. # – data are given in percent in relation to the level before freezing, taken as 100 %.  
\* – difference with the index before freezing  $p < 0.05$ .

обезвоживание, что для растений может иметь решающую роль при длительном хранении при низких температурах. В нашем исследовании установлено, что при использовании криопротектора ДМСО показатель целостности клеточной мембраны каллусных клеток был статистически значимо выше. Статистической разницы между схемами 1 и 2 замораживания с использованием ДМСО не выявлено. Диметилсульфоксид – это проникающий криопротектор, основное его действие направлено на предотвращение быстрого образования льда. Известно, что высокие концентрации данного криопротектора вызывают токсическое действие на клетки, разрушая двуслойную структуру мембраны [11]. В нашем исследовании показано, что токсическое действие 10 % ДМСО не зависит от времени экспозиции клеток каллуса с криоконсервирующим раствором.

Стоит отметить, что при микроскопировании обычно видны окрашенные клетки, расположенные в большем или меньшем количестве по поверхности агрегата, в то время как в его глубине они отсутствуют. Исходя из этого, основным параметром результативности выбранного подхода должна стать регенерация после процедуры размораживания, благодаря которой ткани начинают разрастаться и делиться, располагаясь на искусственной питательной среде.

В процессах заморозки и оттаивания ведущая роль отводится состоянию клеточных мембран и мембран оргanelл. Образование льда и дегидратация являются основными факторами, способными привести клетку к гибели при замораживании. По результатам эксперимента определено, что применение криопротектора ДМСО положительно влияет на сохранность каллусных клеток даже при  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 2). Это связано с тем, что ДМСО увеличивает общую концентрацию осмотических веществ, связывает свободную внутриклеточную воду, повышает вязкость, тем самым, предупреждая повреждения клеток кристаллами льда.

## Заключение

Криоконсервирование растительных клеток является перспективной научной сферой. Современные условия

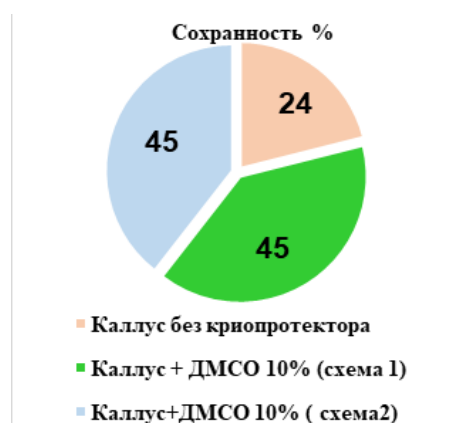


Рисунок 2. Показатель сохранности каллусных клеток ( $M \pm \sigma$ ,  $n=7$ ), хранившихся при  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение семи суток.  $\gamma$  – различие с показателем сохранности серии «каллус без криопротектора»  $p < 0.05$ .

Figure 2. Preservation rate of callus cells ( $M \pm \sigma$ ,  $n=7$ ) stored at  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  for seven days.  $\gamma$  – difference with the index of preservation of the series “callus without cryoprotectant”  $p < 0.05$ .

предполагают разработку новых, доступных протоколов для долгосрочного хранения биологических материалов. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что применение низких температур ( $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и традиционного криопротектора ДМСО для сохранения каллусных клеток является перспективным способом в области криоконсервирования. Однако представленные результаты носят предварительный характер и требуют дальнейшего изучения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Пунгин, А. В. Каллусные культуры *Spergularia marina* (L.) Griseb.: получение и фитохимический анализ / А. В. Пунгин, Л. О. Ларцева, М. В. Кулаков [и др.] // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер: Естественные и медицинские науки. – 2023. – № 1. – С. 89–112.
2. Филиппова, С. Н. Разработка эффективных способов депонирования каллусных культурценных лекарственных растений / С. Н. Филиппова, Т. И. Дитченко, А. О. Логвина [и др.] // Труды БГУ. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2015. – Т. 10, № 1. – С. 211–226.
3. Karp, A. Somaclonal variation as a tool for crop improvement / A. Karp // Euphytica. –1995. – Vol. 85. – P. 295–302.
4. Venkatesh, S. Semen additives for improving frozen-thawed buffalo and cattle semen – a review/ S. Venkatesh, K. Murugavel, H. Hemalatha, S. Kantharaj, G. Shalini // CryoLetters. – 2024. – Vol. 45, № 4. – P. 194–211.
5. Sergushkina, M. I. The use of pectins as part of a cryoprotective solution for long-term storage of human platelet concentrates / M. I. Sergushkina, A. N. Khudyakov, O. O. Zaitseva, T. V. Polezhaeva, O. N. Solomina [ et al.] // CryoLetters. – 2022. – Vol. 43. – № 6. – P. 316–321.
6. Sergushkina, M. I. Apple pectin as a new component for cryopreservation of nucleated cells / M. I. Sergushkina, O. O. Zaitseva, A. N. Khudyakov, T. V. Polezhaeva, O. N. Solomina // Biopreservation and Biobanking. – 2022. – Vol. 20, № 1. – P. 84–89.
7. Stegner, M. Freeze dehydration versus supercooling of mesophyll cells: impact of cell wall, cellular and tissue traits on the extent of water displacement / M. Stegner, A. Flörl, J. Lindner, S. Plangger, T. Schaefermolte [ et al.] // Physiologia Plantarum. – 2022. – Vol. 174, № 6. – P. e13793.
8. Stock, J. The transcription factor WRKY22 is required during cryo-stress acclimation in *Arabidopsis* shoot tips / J. Stock, A. Bräutigam, M. Melzer, G. P. Bienert, B. Bunk [et al.] // Journal of Experimental Botany. – 2020. – Vol. 71, № 16. – P. 4993–5009.
9. Sun, D. Cryopreservation of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill callus and subsequent plant regeneration / D. Sun, Y-F. Yu, H-Y. Qin, P-L. Xu, Y. Zhao [et al.] // Genetics and Molecular Research. – 2016. – Vol. 15. – № 4. – P. gmr15049342.

10. Murashige, T. A Revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Scoog. // *Physiologia Plantarum*. – 1962. – Vol. 15. – P. 473–497.
  11. Nagel, M. Plant cryopreservation: Principles, applications, and challenges of banking plant diversity at ultralow temperatures / M. Nagel, V. Pence, D. Ballesteros, M. Lambardi, E. Popova [et al.] // *Annual Review of Plant Biology*. – 2024. – Vol. 75. – P. 797–824.
- References**
1. Pungin, A. V. Kallusnye kultury *Spergularia marina* (L.) Griseb.: poluchenie i fitokhimicheskii analiz [Callus cultures of *Spergularia marina* (L.) Griseb.: production and phytochemical analysis] / A. V. Pungin, L. O. Lartseva, M. V. Kulakov, E. A. Popov // *Bulletin of the Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*. – 2023. – Vol. 1. – P. 89–112.
  2. Filippova, S. N. Razrabotka effektivnykh sposobov deponirovaniia kallusnykh kultur tsennykh lekarstvennykh rastenii [Development of efficient methods for depositing callus cultures of valuable medicinal plants] / S. N. Filippova, T. I. Ditchenko, A. O. Logvina, V. M. Yurin // *Materials of the BSU. Physiological, Biochemical and Molecular Bases of Functioning of Biosystems*. – 2015. – Vol. 1. – P. 211–226.
  3. Karp, A. Somaclonal variation as a tool for crop improvement / A. Karp // *Euphytica*. – 1995. – Vol. 85. – P. 295–302.
  4. Venkatesh, S. Semen additives for improving frozen-thawed buffalo and cattle semen – a review/ S. Venkatesh, K. Murugavel, H. Hemalatha, S. Kantharaj, G. Shalini // *CryoLetters*. – 2024. – Vol. 45, № 4. – P. 194–211.
  5. Sergushkina, M. I. The use of pectins as part of a cryoprotective solution for long-term storage of human platelet concentrates / M. I. Sergushkina, A. N. Khudyakov, O. O. Zaitseva, T. V. Polezhaeva, O. N. Solomina [ et al.] // *CryoLetters*. – 2022. – Vol. 43. – № 6. – P. 316–321.
  6. Sergushkina, M. I. Apple pectin as a new component for cryopreservation of nucleated cells / M. I. Sergushkina, O. O. Zaitseva, A. N. Khudyakov, T. V. Polezhaeva, O. N. Solomina // *Biopreservation and Biobanking*. – 2022. – Vol. 20, № 1. – P. 84–89.
  7. Stegner, M. Freeze dehydration versus supercooling of mesophyll cells: impact of cell wall, cellular and tissue traits on the extent of water displacement / M. Stegner, A. Flörl, J. Lindner, S. Plangger, T. Schaefernotte [ et al.] // *Physiologia Plantarum*. – 2022. – Vol. 174, № 6. – P. e13793.
  8. Stock, J. The transcription factor WRKY22 is required during cryo-stress acclimation in *Arabidopsis* shoot tips / J. Stock, A. Bräutigam, M. Melzer, G. P. Bienert, B. Bunk [et al.] // *Journal of Experimental Botany*. – 2020. – Vol. 71, № 16. – P. 4993–5009.
  9. Sun, D. Cryopreservation of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill callus and subsequent plant regeneration / D. Sun, Y-F. Yu, H-Y. Qin, P-L. Xu, Y. Zhao [et al.] // *Genetics and Molecular Research*. – 2016. – Vol. 15. – № 4. – P. gmr15049342.
  10. Murashige, T. A Revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue culture / T. Murashige, F. Scoog. // *Physiologia Plantarum*. – 1962. – Vol. 15. – P. 473–497.
  11. Nagel, M. Plant cryopreservation: Principles, applications, and challenges of banking plant diversity at ultralow temperatures / M. Nagel, V. Pence, D. Ballesteros, M. Lambardi, E. Popova [et al.] // *Annual Review of Plant Biology*. – 2024. – Vol. 75. – P. 797–824.

### Благодарность (госзадание)

Исследования выполнены в рамках государственного задания Института физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН по теме «Биофизические механизмы криозащиты биообъектов и взаимодействия специфических бактериофагов с рецепторами клеток иерсиний» (№ 1021051201894-0).

### Acknowledgements (state task)

The research was performed within the framework of the state task of the Institute of Physiology FRC Komi SC UB RAS on the topic “Biophysical mechanisms of cryoprotection of bio-objects and interaction of specific bacteriophages with receptors of *Yersinia* cells” (№ 1021051201894-0).

### Информация об авторах:

**Сергушкина Марта Игоревна** – младший научный сотрудник Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 57196452710; ORCID 0000-0002-3113-527X (167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: mara.kovalkova@mail.ru).

**Зайцева Оксана Олеговна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 231120092100; ORCID 0000-0001-9427-0420 (167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: ddics@yandex.ru).

**Полежаева Татьяна Витальевна** – доктор биологических наук, заведующая лабораторией Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 35590512500; ORCID 0000-0003-

4999-3077 (167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: tatvita@yandex.ru).

**Соломина Ольга Нурзадиновна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 55287278200; ORCID 0000-0001-5187-8698 (167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: gameta@mail.ru).

**Худяков Андрей Николаевич** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; Scopus Author ID: 23110765900; ORCID 0000-0003-3757-8263 (167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Первомайская, д. 50; e-mail: defender36@yandex.ru).

**Шуплецова Ольга Наумовна** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого; Scopus Author ID: 54385823700; ORCID 0000-0003-4679-0717 (610007, Российская Федерация, г. Киров, ул. Ленина, д. 166а; e-mail: olga.shuplecova@mail.ru).

#### About the authors:

**Marta I. Sergushkina** – Junior Researcher at the Institute of Physiology FRC Komi SC UB RAS; Scopus Author ID: 57196452710; ORCID 0000-0002-3113-527X (Institute of Physiology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 50 Pervomayskaya str., Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167982; e-mail: mara.kovalkova@mail.ru).

**Oksana O. Zaitseva** – Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher at the Institute of Physiology FRC Komi SC UB RAS; Scopus Author ID: 231120092100; ORCID 0000-0001-9427-0420 (Institute of Physiology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 50 Pervomayskaya str., Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167982; e-mail: ddics@yandex.ru).

**Tatyana V. Polezhaeva** – Doctor of Sciences (Biology), Head of the Laboratory at the Institute of Physiology FRC Komi SC UB RAS; Scopus Author ID: 35590512500; ORCID 0000-0003-4999-3077 (Institute of Physiology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 50 Pervomayskaya str., Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167982; e-mail: tatvita@yandex.ru).

**Olga N. Solomina** – Candidate of Sciences (Biology), Researcher at the Institute of Physiology FRC Komi SC UB RAS; Scopus Author ID: 55287278200; ORCID 0000-0001-5187-8698 (Institute of Physiology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 50 Pervomayskaya str., Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167982; e-mail: gameta@mail.ru).

**Andrey N. Khudyakov** – Candidate of Sciences (Biology), Senior Researcher at the Institute of Physiology FRC Komi SC UB RAS; Scopus Author ID: 23110765900; ORCID 0000-0003-3757-8263 (Institute of Physiology, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 50 Pervomayskaya str., Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167982; e-mail: defender36@yandex.ru).

**Olga N. Shupletsova** – Doctor of Sciences (Biology), Leading Researcher at the Federal Agrarian Science Centre of the North-East named after N. V. Rudnitskiy; Scopus Author ID: 54385823700; ORCID 0000-0003-4679-0717 (166a Lenin str., Kirov, Russian Federation 610007; e-mail: olga.shuplecova@mail.ru).

#### Для цитирования:

Сергушкина, М. И. Криосохранение каллусных клеток *Lupinus Angustifolius* L. при низких температурах в условиях электроморозильника / М. И. Сергушкина, О. О. Зайцева, Т. В. Полежаева [и др.] // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 127–132.

#### For citation:

Sergushkina, M. I. Kriosohranenie kallusnyh kletok *Lupinus angustifolius* L. pri nizkih temperaturah v usloviyah elektromorozilnika [Cryopreservation of callus cells of *Lupinus angustifolius* L. at low temperatures in an electric freezer] / M. I. Sergushkina, O. O. Zaitseva, T. V. Polezhaeva, O. N. Solomina, A. N. Khudyakov [et al.] // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 127–132.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 25.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 25.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Современные технологии в кормопроизводстве

М. А. Смолякова, Л. Н. Дулепинских

Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, г. Пермь

dulepinskih.liudmila@yandex.ru

### Аннотация

Проблемы обеспечения продовольственной безопасности в части удовлетворения потребностей населения в качественной продукции животноводства не теряют своей актуальности, так как отрасль животноводства, в отличие от растениеводства, долгие годы была лишена инвестиционных потоков. Убыточность животноводства, высокая трудоемкость и капиталоемкость производства в животноводстве обуславливали упадок в отрасли кормопроизводства. В этих условиях только активное применение современных технологий в кормопроизводстве может в корне изменить ситуацию. В результате исследования определено, что в настоящее время постепенное внедрение современных технологий в кормопроизводстве повышает качество кормовой базы, сокращает удельный расход кормов на получение единицы продукции. Среди современных технологий в кормопроизводстве особо отмечены роли генетики, селекции и семеноводства семян кормовых культур.

### Ключевые слова:

кормопроизводство, технологии, продукция животноводства, кормовые культуры

Отрасль кормопроизводства занимает в животноводстве ключевое место, так как качество кормов, продуктивность кормовых культур определяют объемы производства и качество продукции животноводства.

В Доктрине продовольственной безопасности России на период до 2030 г. заложена цель значительного увеличения объемов производства продукции животноводства и повышения эффективности развития данной отрасли. Достижение данной цели невозможно без интенсификации кормопроизводства, заключающейся в расширении посевов кормовых культур, повышении их продуктивности, оптимизации затрат. Отмечается, что на данный момент дефицит протеина в кормовом зерне достигает 35 % от нормы [1].

В основе исследований использовался метод обобщения и анализа результатов научных работ в области проблем, состояния и перспектив создания и применения современных технологий в кормопроизводстве в России.

## Modern technologies in fodder production

M. A. Smolyakova, L. N. Dulepinskih

Perm State Agro-Technological University named after academician D. N. Prianishnikov Perm

dulepinskih.liudmila@yandex.ru

### Abstract

The questions on ensuring the food security in terms of meeting the needs of the population in high-quality livestock products do not lose their relevance, since the livestock industry, unlike crop production, has been deprived of investment flows for many years. The unprofitability, the high labor and capital intensities of production in animal husbandry have caused a decline in the feed industry. In these conditions, the active use of modern technologies in feed production only can radically change the situation. By the study results, at present the gradual introduction of modern technologies in feed production improves the quality of the feed resources, reduces the rate of feed consumption per unit of production. Among modern feed production technologies, the role of genetics, breeding, and seed production of forage crops is particularly important.

### Keywords:

forage production, technologies, livestock products, forage crops

Содержание сырого протеина в сухом веществе зеленой массы для производства объемистых кормов не превышает 10–12 % при норме в 14–15 % [2].

Одной из современных технологий в кормопроизводстве являются технологии по улучшению обеспеченности кормов растительным белком за счет биологизации земледелия, расширения посевных площадей бобовых культур до оптимальных агротехнических параметров, таких как клевер, эспарцет, люцерна, козлятник, горох, вика, люпин [3].

Основными технологиями в кормопроизводстве должны быть передовые достижения в области селекции и семеноводства кормовых культур, которые возможны при внедрении элементов «умного земледелия», информационных технологий, технических инноваций. Важное место в системе современных технологий в кормопроизводстве занимают гибриды сельскохозяйственных культур, технологии геномного редактирования, распространения ГМ-посевного материала [4].

Следует отметить, что увеличение продуктивности сельскохозяйственных угодий возможно за счет максимального использования биологических факторов растений при минимальном вложении материальных и технических затрат [5].

Н. Ю. Коновалова и С. С. Коновалова в своих исследованиях выявили, что ускоренное проявление исходной массы и внесение консервантов при заготовке силоса способствуют лучшему подкислению силоса, снижению содержания масляной кислоты. В частности, силосование бобово-злаковых травостоев с биоконсервантом Бонсилаж Форте позволяет получить корм с содержанием протеина в 13–18 % и концентрацией обменной энергии (далее – ОЭ) в 9,7–10,4 МДж в 1 кг сухого вещества (далее – СВ), т. е. очень высокого качества [6].

Ю. С. Ларионов, В. Б. Жарников, Е. И. Баранова, Г. Н. Коваливкер, А. А. Косов в качестве современных технологий в кормопроизводстве выделяют применение электромагнитной обработки семян растений кормовых культур, так как научнообоснованное применение электромагнитной обработки семян растений позволяет максимально реализовать генетический потенциал сортов кормовых культур для роста их урожайности и повышения качества кормовой базы [7].

Ю. А. Лаптина и Н. А. Куликова определили, что возделывание суданской травы с использованием минеральных удобрений и стимулятора роста дает возможность повысить ценность кормовой базы, особенно содержание протеина [8].

А. А. Кутузова, А. С. Шпаков, В. М. Косолапов, Д. М. Тебердиев, В.Т. Воловик отводят важную роль в реализации почвенно-климатического потенциала территорий сортам и гибридам нового поколения, устойчивым к неблагоприятным факторам среды, включая почвенные условия (кислотность, уплотнение и др.). В современных условиях своевременная смена сорта позволяет увеличить сбор сухого вещества в зависимости от вида культуры на 7–15 %, а также значительно повысить качество продукции [9].

Использование новых технологических приемов позволяет снизить расход кормов на единицу продукции за счет повышения качества кормов. Динамика расхода всех кормов на производство 1 ц молока в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 гг. в России наглядно показана на рис. 1.

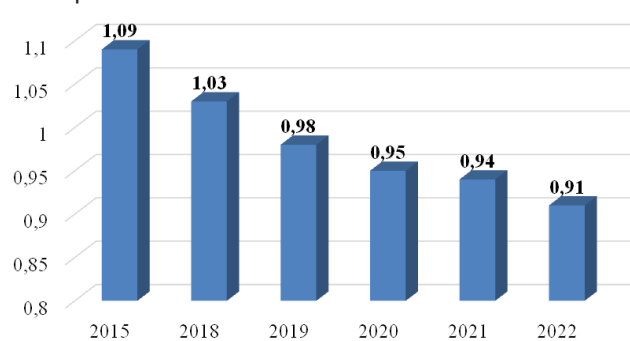


Рисунок 1. Расход всех кормов на производство 1 ц молока в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 годах в России [10].  
Figure 1. Consumption of all forages for the production of 1 quintal milk in quintals of feed units in 2015–2022 in Russia [10].

Динамика расхода всех кормов на производство 1 ц привеса крупного рогатого скота в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 гг. в России наглядно показана на рис. 2. Происходит снижение данного показателя на 1,6 ц кормовых единиц.

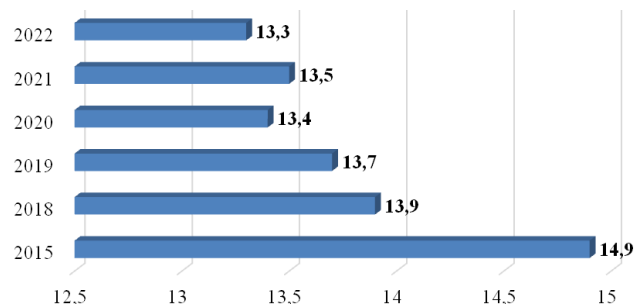


Рисунок 2. Расход всех кормов на производство 1 ц привеса крупного рогатого скота в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 годах в России [там же].

Figure 2. Consumption of all forages for the production of 1 quintal cattle weight gain in quintals of feed units in 2015–2022 in Russia [10].

Динамика расхода всех кормов на производство 1 ц привеса свиней в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 гг. в России не так ярко выражена, как по крупному рогатому скоту (рис. 3).

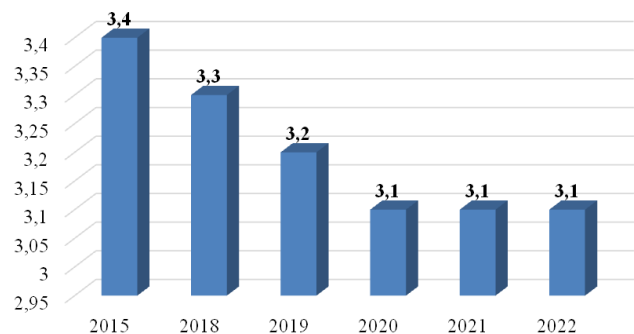


Рисунок 3. Расход всех кормов на производство 1 ц привеса свиней в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 годах в России [там же].

Figure 3. Consumption of all forages for the production of 1 quintal pig weight gain in quintals of feed units in 2015–2022 in Russia [10].

Исходя из динамики расхода всех кормов на производство 1 ц молока, привеса крупного рогатого скота, свиней в центнерах кормовых единиц в 2015–2022 гг. в России, видно, что снижение удельного расхода кормов означает получение одного и того же объема продукции животноводства за счет повышения качества кормов при помощи современных технологий.

В настоящее время отсутствует системность в вопросе создания и применения современных технологий в кормопроизводстве, что обусловлено целым рядом причин и проблем развития в целом отрасли кормопроизводства [11].

Неизмеримо большие затраты трудовых, материальных, финансовых ресурсов в отрасли животноводства, по сравнению с растениеводством, обуславливают необходимость активного внедрения современных технологий в кормопроизводстве в России. Создание условий для широкого внедрения современных технологий в кормопроизводстве должно выражаться в формировании пол-

ной цепочки создания новых, высокопродуктивных сортов растений кормовых культур, кормовых добавок. Данная цепочка должна связать научные исследования, сортоиспытания, апробацию, семенное производство в одну целостную систему с активным финансированием со стороны государства и снижением уровня бюрократизма в сфере селекции и семеноводства.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Золотарев, В. Н. Исторические аспекты, состояние и перспективы развития семеноводства кормовых трав в России / В. Н. Золотарев, О. В. Трухан, П. И. Комахин [и др.] // Кормопроизводство. – 2022. – № 7. – С. 3–9.
2. Шпаков, А. С. Кормопроизводство Нечерноземной зоны: состояние и перспективы развития / А. С. Шпаков, А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев [и др.] // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 6–20.
3. Ситников, Н. П. Кормопроизводство в сельхозпредприятиях Кировской области / Н. П. Ситников // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 26 (74). – С. 125–131.
4. Косолапов, В. М. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России / В. М. Косолапов, В. И. Чернявских, С. И. Костенко // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 3–8.
5. Дулепинских, Л. Н. Влияние белковых объемистых кормов на молочную продуктивность и обмен веществ лактирующих коров / Л. Н. Дулепинских, О. Ю. Юнусова, Л. В. Сычева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (94). – С. 306–309.
6. Коновалова, Н. Ю. Технологии выращивания перспективных многолетних трав и заготовки кормов в условиях европейского севера России / Н. Ю. Коновалова, С. С. Коновалова // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы IV научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию СЗНИИМЛПХ, Вологда – Молочное, 03–04 июня 2021 года. Том Часть II. – Вологда – Молочное : Вологодский научный центр Российской академии наук, 2021. – С. 54–60.
7. Ларионов, Ю. С. Электромагнитная обработка семян как фактор управления их генетическим потенциалом продуктивности / Ю. С. Ларионов, В. Б. Жарников, Е. И. Баранова [и др.] // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 104–112.
8. Лаптина, Ю. А. Приемы повышения продуктивности суданской травы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья / Ю. А. Лаптина, Н. А. Куликова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 1 (61). – С. 211–221.
9. Кутузова, А. А. Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Нечерноземной зоне РФ / А. А. Кутузова, А. С. Шпаков, В. М. Косолапов [и др.] // Кормопроизводство. – 2021. – № 2. – С. 3–9.

10. Сельское хозяйство России 2023 (статистический сборник). Росстат. – Интернет-ресурс. – URL : [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SeL\\_xoz-vo\\_2023.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/SeL_xoz-vo_2023.pdf) (дата обращения: 25.06.2024).
11. Сироткин, В. А. Совершенствование системы кормопроизводства как фактор повышения продуктивности крупного рогатого скота / В. А. Сироткин, А. И. Иванов // Инновационные подходы к повышению продуктивности сельскохозяйственных животных : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина, Краснодар, 16 декабря 2021 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 2021. – С. 82–87.

## References

1. Zolotarev, V. N. Istoricheskie aspekty, sostoyanie i perspektivy razvitiya semenovodstva kormovykh trav v Rossii [Historical aspects, status and development prospects of forage grass seed production in Russia] / V. N. Zolotarev, O. V. Trukhan, P. I. Komakhin, T. V. Kozlova // Kormoproizvodstvo [Forage Production]. – 2022. – № 7. – P. 3–9.
2. Shpakov, A. S. Kormoproizvodstvo Nechernozemnoy zony: sostoyanie i perspektivy razvitiya [Fodder production in the Non-Black Earth zone: Status and development prospects] / A. S. Shpakov, A. A. Kutuzova, D. M. Teberdiev, V. T. Volovik // Adaptivnoe kormoproizvodstvo [Adaptive Fodder Production]. – 2020. – № 4. – P. 6–20.
3. Sitnikov, N. P. Kormoproizvodstvo v selkhozpredpriyatiyakh Kirovskoy oblasti [Fodder production in agricultural enterprises of the Kirov Region] / N. P. Sitnikov // Mnogofunktsionalnoe adaptivnoe kormoproizvodstvo [Multi-functional Adaptive Fodder Production]. – 2021. – № 26 (74). – P. 125–131.
4. Kosolapov, V. M. Sovremennoe sostoyanie i vyzovy dlya otrasli kormoproizvodstva v Rossii [Current status and challenges for the forage production industry in Russia] / V. M. Kosolapov, V. I. Chernyavskikh, S. I. Kostenko // Kormoproizvodstvo [Fodder Production]. – 2022. – № 10. – P. 3–8.
5. Dulepinskiy, L. N. Vliyanie belkovykh obyemistykh kormov na molochnuyu produktivnost i obmen veshchestv laktiruyushchikh korov [Effect of protein voluminous forages on milk productivity and metabolism of lactating cows] / L. N. Dulepinskiy, O. Yu. Yunusova, L. V. Sycheva // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2022. – № 2 (94). – P. 306–309.
6. Konovalova, N. Yu. Tekhnologii vyrashchivaniya perspektivnykh mnogoletnykh trav i zagotovki kormov v usloviyakh Evropeyskogo severa Rossii [Technologies of promising perennial grasses cultivation and fodder harvesting in the conditions of the European North of Russia] / N. Yu. Konovalova, S. S. Konovalova // Agrarnaya nauka na sovremennom etape: sostoyanie, problemy, perspektivy [Agrarian Science at the Present Stage: State, Problems, Prospects]. Materials of IV Scientific-Practical Confer-

- ence with International Participation, Vologda. – 2021. – P. 54–60.
7. Larionov, Yu. S. Elektromagnitnaya obrabotka semyan kak faktor upravleniya ikh geneticheskim potentsialom produktivnosti [Electromagnetic treatment of seeds as a management factor of their genetic productivity potential] / Yu. S. Larionov, V. B. Zharnikov, E. I. Baranova, G. N. Kovalivker, A. A. Kosov // *Interekspos Geo-Sibir*. – 2021. – Vol. 4, № 2. – P. 104–112.
  8. Laptina, Yu. A. Priemy povysheniya produktivnosti sudanskoy travy v sukhostepnoy zone Nizhnego Povolzhya [Methods of increasing the Sudan grass productivity in the dry-steppe zone of the Lower Volga Region] / Yu. A. Laptina, N. A. Kulikova // *Proceedings of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education*. – 2021. – № 1 (61). – P. 211–221.
  9. Kutuzova, A. A. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya kormoproduktivnosti v Nechernozemnoy zone RF [Status and prospects of forage production development in the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation] / A. A. Kutuzova, A. S. Shpakov, V. M. Kosolapov, D. M. Teberdiev, V. T. Volovik // *Kormoproizvodstvo [Fodder Production]*. – 2021. – № 2. – P. 3–9.
  10. *Selskoye khozyaystvo Rossii 2023* (statisticheskiy sbornik). Rosstat [Agriculture of Russia 2023 (statistical collection). Russian Statistical Agency]. – Internet-resource. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel\\_xoz-vo\\_2023.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel_xoz-vo_2023.pdf).
  11. Sirotkin, V. A. Sovershenstvovaniye sistemy kormoproduktivnosti krupnogo rogatogo skota [Improvement of fodder production system as a factor of cattle productivity increase] / V. A. Sirotkin, A. I. Ivanov // *Innovatsionnye podkhody k povysheniyu produktivnosti selskokhozyaystvennykh zhivotnykh [Innovative approaches to increasing the productivity of farm animals]*. Materials of the International Scientific-Practical Conference, Krasnodar. – 2021. – P. 82–88.

#### Информация об авторах:

**Смолякова Марина Александровна** – студент Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д. Н. Прянишникова (614990, Российская Федерация, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23; e-mail: [ponomarevama1986@mail.ru](mailto:ponomarevama1986@mail.ru)).

**Дуленинских Людмила Николаевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Пермского государственного аграрно-технологического университета имени академика Д. Н. Прянишникова (614990, Российская Федерация, Пермский край, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23; e-mail: [dulepinskih.liudmila@yandex.ru](mailto:dulepinskih.liudmila@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4716-8268>).

#### About the authors:

**Marina A. Smolyakova** – Student at the Perm State Agro-Technological University named after academician D. N. Prianishnikov (23 Petropavlovskaya str., Perm, Perm Region 614990, Russian Federation; e-mail: [ponomarevama1986@mail.ru](mailto:ponomarevama1986@mail.ru)).

**Lyudmila N. Dulepinskikh** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor at the Perm State Agro-Technological University named after academician D. N. Prianishnikov, <https://orcid.org/0000-0003-4716-8268> (23 Petropavlovskaya str., Perm, Perm Region 614990, Russian Federation; e-mail: [dulepinskih.liudmila@yandex.ru](mailto:dulepinskih.liudmila@yandex.ru)).

#### Для цитирования:

Смолякова, М. А. Современные технологии в кормопроизводстве / М. А. Смолякова, Л. Н. Дуленинских // *Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки»*. – 2024. – № 7 (73). – С. 133–136.

#### For citation:

Smolyakova, M. A. *Sovremennyye tekhnologii v kormoproizvodstve [Modern technologies in fodder production]* / M. A. Smolyakova, L. N. Dulepinskikh // *Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences"*. – 2024. – № 7 (73). – P. 133–136.

Дата поступления статьи: 10.09.2024

Прошла рецензирование: 28.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 10.09.2024

Reviewed: 28.10.2024

Accepted: 26.09.2024



## Запасы продуктивной влаги на полях и опасные агрометеорологические явления в Челябинской области летом 2023 года

Т. Н. Чуйкина

Южно-Уральский государственный аграрный университет,  
г. Троицк  
tatyana-chuykina@mail.ru

### Аннотация

В статье представлены и описаны данные Челябинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по запасам продуктивной влаги на полях Челябинской области и о сложившихся опасных агрометеорологических явлениях летом 2023 г. Во второй декаде мая в пахотном слое почвы количество продуктивной влаги было меньше средних многолетних и прошлогодних значений. С первой декады июня по вторую декаду августа на территории Челябинской области наблюдались все градации увлажнения, соответствующие средним многолетним показателям и характеризующиеся как удовлетворительные и оптимальные. С третьей декады августа по вторую декаду сентября почти на всей территории Челябинской области создалось опасное агрометеорологическое явление – переувлажнение почвы.

### Ключевые слова:

осадки, продуктивная влага, увлажнение, опасные агрометеорологические явления, погодные условия

Согласно прогнозам центра погоды «Фобос», в Челябинской области лето 2023 г. ожидалось теплее нормы примерно на 1,5–2 °С. В среднем первый месяц должен был быть теплее нормы примерно на 1 °С, в июле – около 2 °С, август прогнозировался довольно теплым с отклонением от климатической нормы в +1,5 °С. По осадкам: июнь ожидался близким к норме, так же как июль, а в августе количество осадков предполагалось меньше, чем обычно на 10–15 %. Но в долгосрочных прогнозах, как правило, нет уверенности. Есть физические принципы, которые говорят, что доля среднемесячной температуры теоретически непредсказуемая и составляет 35–40 % [1, с. 3–5].

Согласно наблюдениям Челябинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Уральского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, по состоянию на 18 мая запасы продуктивной влаги на полях оказались на 5–10 мм меньше средних многолетних показателей и прошлогодних значений. На большинстве наблюдательных участков запасы влаги были удовлетворительными: 0–20 см

## Available water reserves in fields and dangerous agrometeorological phenomena in the Chelyabinsk Region in the summer of 2023

T. N. Chuikina

South-Ural State Agrarian University,  
Troitsk  
tatyana-chuykina@mail.ru

### Abstract

The article presents and describes data from the Chelyabinsk Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring on available water reserves in fields of the Chelyabinsk Region and on the prevailing dangerous agrometeorological phenomena in the summer of 2023. In the second decade of May, the amount of available water in the arable soil layer was less than the average long-term and last year's values. From the first decade of June to the second decade of August, the territory of the Chelyabinsk Region had different moisture gradations, which corresponded to the average long-term indicators and were characterized as satisfactory and optimal. From the third decade of August to the second decade of September, almost the entire territory of the Chelyabinsk Region was affected by a dangerous agrometeorological phenomenon – excessive water content in the soil.

### Keywords:

precipitation, available water, moisture content, dangerous agrometeorological phenomena, weather conditions

слой содержал 21–30 мм влаги, 0–50 см слой – 53–70 мм, 0–100 см слой – 110–127 мм продуктивной влаги. Недостаточные запасы влаги в пахотном слое почвы наблюдались в предгорных северо-западных (метеорологическая станция (далее – МС) Мирный) и местами в юго-восточных (МС Карталы) районах – 11–20 мм. А в северо-восточных районах (МС Бродокалмак) увлажнение было плохим, 0–20 см слой почвы содержал 8 мм влаги. В слое почвы 0–50 см в северо-восточных районах (МС Бродокалмак) влагозапасы составили 38 мм, т. е. были недостаточными. Лишь местами в юго-западных районах (МС Верхнеуральск) запасы влаги в полуметровом слое почвы были оптимальными и равнялись 89 мм. В метровом слое почвы в северо-восточных (МС Бродокалмак), местами восточных (МС Октябрьское) районах и на крайнем юге (МС Бреды) влагозапасы оказались недостаточными и составили 76–98 мм. Местами в юго-западных районах (МС Верхнеуральск) увлажнение было оптимальным, 0–100 см слой почвы содержал 160 мм продуктивной влаги [2].

По состоянию на 8 июня запасы продуктивной влаги на полях оказались в пределах средних многолетних показателей и на 10–35 мм меньше прошлогодних значений. В результате неравномерного выпадения осадков по территории области наблюдаются все градации увлажнения почвы. Оптимальное увлажнение в пахотном и полуметровом слоях наблюдалось в юго-западных районах, запасы влаги составили 39 и 74–84 мм соответственно. Удовлетворительные и недостаточные запасы влаги были в предгорных северо-западных, юго-восточных районах и на крайнем юге: 0–20 см слой содержал от 11–18 до 21–23 мм влаги, а 0–50 см слой – 44–50 до 51–70 мм продуктивной влаги. Плохое увлажнение: в пахотном слое почвы местами в северо-восточных (МС Бродокалмак) и юго-восточных (МС Карталы) районах, запасы влаги равнялись 6–9 мм, в полуметровом слое – местами в северо-восточных районах (МС Бродокалмак) – 34 мм [2].

А по состоянию на 28 июня запасы продуктивной влаги на полях во всех слоях почвы оказались на 7–30 мм больше прошлогодних и средних многолетних показателей. На большинстве наблюдательных участков увлажнение почвы удовлетворительное и оптимальное: пахотный слой содержит 22–38 мм, полуметровый – 58–86, метровый – 117–159 мм продуктивной влаги. В окрестностях (МС Кизильское) в пахотном слое почвы сохраняются максимальные запасы влаги – 47 мм, которые почти достигли уровня НПВ (наименьшей полевой влагоемкости) [там же].

В юго-восточных (МС Октябрьское) районах увлажнение во всех слоях почвы – недостаточное: в пахотном слое содержится 20 мм; в полуметровом – 43 мм; в метровом – 82 мм продуктивной влаги. В окрестностях (МС Бреды) в метровом слое почвы увлажнение оказалось также недостаточным и составило 91 мм продуктивной влаги.

Местами в северо-восточных (МС Бродокалмак) районах в пахотном и полуметровом слоях почвы запасы продуктивной влаги оказались плохими – 8 и 30 мм соответственно, а в метровом слое – недостаточными – 76 мм.

По состоянию на 18 июля запасы продуктивной влаги на полях во всех слоях почвы оказались на 9–46 мм больше прошлогодних и средних многолетних показателей. На большинстве наблюдательных участков увлажнение почвы удовлетворительное и оптимальное: пахотный слой содержит 23–39 мм, полуметровый – 52–89, метровый – 102–155 мм продуктивной влаги. В окрестностях (МС Бреды) в пахотном и полуметровом слоях почвы запасы продуктивной влаги приблизились к уровню наименьшей полевой влагоемкости и составили 45 и 100 мм соответственно [там же].

В юго-восточных (МС Варна, МС Октябрьское) районах влагозапасы в пахотном слое почвы равнялись 13–18 мм, т. е. оказались недостаточными.

Местами в северо-восточных (МС Бродокалмак) районах в пахотном и полуметровом слоях почвы запасы продуктивной влаги оказались плохими –

6 и 30 мм соответственно, а в метровом слое – недостаточными – 76 мм. В окрестностях (МС Октябрьское) в полуметровом и метровом слоях почвы влагозапасы также оказались плохими и составили 30 и 50 мм соответственно.

Переувлажнение почвы зафиксировано с 29–30 августа по 12 сентября практически на всей территории области, кроме юго-западных и местами крайних северных (МС Нязепетровск) районов. За первую декаду сентября выпало 40–90 мм осадков, что в 4–14 раз больше нормы. Состояние почвы на глубине 10–12 см при визуальной оценке увлажненности оценивалось как липкое в течение 8–15 дней, местами с 4–5 по 8–9 сентября – переходило в мягкопластичное.

Комплекс неблагоприятных метеорологических явлений зафиксирован с 28 августа по 3 сентября практически на всей северной половине области, в центральных и восточных районах. Осадков в этот период выпало 52–127 мм, что в 7–12 раз больше нормы (таблица). Средняя относительная влажность воздуха составляла 80–99 % [там же].

Комплекс неблагоприятных метеорологических явлений зафиксирован с 5 по 11 сентября местами в юго-за-

#### Суточное количество осадков за период с 01 по 31 августа 2023 года

##### Daily precipitation for the period from 01 to 31 August 2023

Число/ метеостанция	Златоуст	Аргаяш	Челя- бинск	Южно- уральск	Троицк	Бреды
01	20	3	28	20	1,2	14
02	0,4		58	6	6	
03	0,3			3		
04	2	3	0,4	3		
05	6			1	1	1,0
06	18	3	17		20	
07	2			0,8		
08	4	33	19,3	10	18	5
09	17	29	35	18	18,7	0,7
10	0,6			2,3	0,3	
11	1			0,5	0,9	
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19	26	7	0,3	7	5	
20				0,3		
21	0,3					
22						0,6
23	3	7	20,8	12,3	14	0,9
24				0,5		
25	0,3	1				1
26	2	0,6	0,5			
27	0,4	0,3	3			0,3
28	12	7	6	5	2	3
29	14	23	27	40	18	2
30	17	17	22	31	22	18
31	38	17	3	2	2	8

падных (МС Верхнеуральск) районах. Осадков за этот период выпало 68 мм, что в 12 раз больше нормы. Средняя относительная влажность воздуха составила 85–95 %.

В период с 28 августа по 4 сентября на территории Троицкого муниципального района наблюдалась прохладная и дождливая погода. Среднесуточные температуры воздуха равнялись 10–13 °С. Осадков за данный период выпало 51 мм, что в восемь раз превысило норму. Количество дней с осадками 1 мм и более составило шесть. Средняя относительная влажность воздуха равнялась 77–90 %. В течение шести дней состояние почвы на глубине 10–12 см при визуальной оценке увлажненности оценивалось как липкое [там же].

Сложившиеся агрометеорологические условия были неблагоприятными для уборки урожая сельскохозяйственных культур и заготовки кормов.

В результате сложившихся неблагоприятных агрометеорологических условий конца августа – начала сентября 2023 г. преобладала прохладная погода с избыточным количеством осадков в виде дождя, в первую декаду сентября выпало 37 мм (740 % от нормы), создалось опасное агрометеорологическое явление – переувлажнение почвы, что привело к прорастанию зерна в колосе.

В связи со сложившимися погодными условиями (опасное природное метеорологическое явление – переувлаж-

нение почвы) на муниципальных территориях Челябинской области был введен режим чрезвычайной ситуации.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

## Источники и литература

1. Иванов, А. Л. Глобальные изменения климата и его влияние на сельское хозяйство России / А. Л. Иванов // Земледелие. – 2009. – № 1. – С. 3–5.
2. Справки Челябинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». 2023.

## References

1. Ivanov, A. L. Globalnye izmeneniya klimata i ego vliyanie na selskoe hozyajstvo Rossii [Global climate change and its impact on agriculture in Russia] / A. L. Ivanov // Zemledelie [Arable Farming]. – 2009. – № 1. – P. 3–5.
2. Information Release of the Chelyabinsk Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring – Branch of the Federal State Budgetary Institution “Ural Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring”. 2023.

## Информация об авторе:

**Чуйкина Татьяна Николаевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Южно-Уральского государственного аграрного университета (457103, Российская Федерация, Челябинская область, г. Троицк, ул. им. Ю. А. Гагарина, д. 13; e-mail tatyana-chuykina@mail.ru).

## About the author:

**Tatyana N. Chuikina** – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor at the Department of Feeding, Hygiene of Animals, Production and Processing Technology of Agricultural Products at the South-Ural State Agrarian University (13 Yu. A. Gagarin str., Troitsk, Chelyabinsk Region, 457103 Russian Federation; e-mail: tatyana-chuykina@mail.ru).

## Для цитирования:

Чуйкина, Т. Н. Запасы продуктивной влаги на полях и опасные агрометеорологические явления в Челябинской области летом 2023 года / Т. Н. Чуйкина // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 137–139.

## For citation:

Chuikina, T. N. Zapasy produktivnoj vlagi na polyah i opasnye agrometeorologicheskie yavleniya v Chelyabinskoj oblasti letom 2023 goda [Available water reserves in fields and dangerous agrometeorological phenomena in the Chelyabinsk Region in the summer of 2023] / T. N. Chuikina // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Agricultural Sciences”. – 2024. – № 7 (73). – P. 137–139.

Дата поступления статьи: 09.09.2024

Прошла рецензирование: 29.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 09.09.2024

Reviewed: 29.10.2024

Accepted: 26.09.2024

## Юбилеи

### Зайнуллин Владимир Габдуллович



11 октября 2024 г. 70-летний юбилей отметил **Владимир Габдуллович ЗАЙНУЛЛИН** – ведущий научный сотрудник отдела сельскохозяйственной геномики Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, доктор биологических наук, профессор, участник комплексной научной экспедиции в районе аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Владимир Габдуллович родился 11 октября 1954 г. в г. Сыктывкаре. В 1977 г. окончил кафедру генетики и селекции биолого-почвенного факультета Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова, поступил в аспирантуру. В 1980 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Изучение рецессивных летальных мутаций и транслокаций в линиях дрозофилы с различной радиочувствительностью».

В 1983 г. был принят на работу в Институт биологии Коми НЦ УрО АН СССР на должность младшего научного сотрудника, далее – научного сотрудника, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией, ведущего научного сотрудника. В 1997 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Генетические эффекты хронического облучения малыми дозами ионизирующего излучения».

С 2021 г. Владимир Габдуллович работает в Институте агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. Им разработана концепция реакции генотипов на низкоинтенсивные воздействия физических факторов окружающей среды; получены результаты о последствиях облучения для генотипов человека, животных и растений в зоне аварии на Чернобыльской АЭС; выявлена зависимость реакции генотипа от типов воздействия факторов среды. Общий научный

## Anniversaries

### Zainullin, Vladimir Gabdullovich

стаж составляет более 40 лет. За время работы им опубликовано более 100 научных и научно-методических работ в ведущих российских и международных журналах, в том числе монографии, учебники. Его труды широко известны, они оказали большое влияние на развитие отечественной науки и принесли Владимиру Габдулловичу заслуженный научный и общественный авторитет.

В настоящее время В. Г. Зайнуллин проводит исследовательскую работу в области экологической генетики, изучает вопросы адаптации генотипа к пролонгированному воздействию низкоинтенсивных факторов окружающей среды, является руководителем работы по теме государственного задания «Изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе с применением эколого-генетических методов при создании новых сортов и гибридов, адаптированных к условиям Севера», является ответственным редактором серии «Сельскохозяйственные науки» научного журнала «Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук».

Под руководством Владимира Габдулловича подготовлены и успешно защищены одна докторская и девять кандидатских диссертаций, организована лаборатория радиационной генетики (отдел радиозологии, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН) и кафедра экологии Сыктывкарского государственного университета.

За свою трудовую деятельность В. Г. Зайнуллин был многократно удостоен различных наград и званий: медалью «За спасение погибавших» (1996), знаком «Участник ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС»; юбилейной медалью «50 лет ВОГиС» (2016); почетными грамотами: УрО РАН (1996, 1999), Министерства образования Республики Коми (2002), Профсоюза работников РАН (2012), Коми НЦ УрО РАН (2012), Республики Коми (2015); почетными званиями «Почетный ветеран УрО РАН» (2019), «Заслуженный работник Республики Коми» (2020).

Владимир Габдуллович – талантливый, трудолюбивый и преданный своему делу человек. Благодаря его чуткому руководству, проведенным исследованиям, способностям, он стал одним из ведущих ученых в области генетики и биологии.

Уважаемый Владимир Габдуллович! Желаем Вам здоровья, бодрости и увлеченности! Счастья, благополучия и крепкого семейного тыла! Пусть и впредь Ваши профессиональные знания и опыт способствуют дальнейшему развитию Института!

*Коллектив Института агробиотехнологий  
им. А. В. Журавского Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук*

## Шарапова Ирина Эдмундовна



02 апреля 2024 г. День рождения отметила **Ирина Эдмундовна ШАРАПОВА** – научный сотрудник отдела сельскохозяйственной геномики Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, кандидат технических наук.

Ирина Эдмундовна родилась 02 апреля 1964 г. в с. Визинга Коми АССР. В 1989 г. окончила Ленинградский Ордена Октябрьской Революции и Ордена Трудового Красного Знамени технологический институт имени Ленсовета (ныне – Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) по специальности «Биотехнология».

Трудовая и научная деятельность И. Э. Шараповой связана с Коми научным центром. Ирина Эдмундовна принимала активное участие в реализации проекта Международного научно-технического центра «Разработка технологии микробиологической утилизации органоминерального нефтяного сорбента» (2003–2006) и Интеграционном проекте «Биоресурсный потенциал и биохимическая оценка микроводорослей европейского северо-востока России в качестве объектов биотехнологии» (2012–2014). За период с 2013 по 2019 г. участвовала в государственной экологической экспертизе Росприроднадзора по Республике Коми в качестве эксперта проектной документации по новым объектам строительства; являлась научным руководителем проекта программы «Старт» по теме «Разработка способов получения и изготовление опытных образцов полифункциональных биосорбентов нефтеуглеводородов и радионуклидов (тяжелых металлов)».

В 2012 г. И. Э. Шарапова в СПбГТИ(ТУ) успешно защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности «Биотехнология» (в том числе «Бионанотехнологии») на тему «Разработка комплексных форм биопрепарата для биоремедиации загрязненных нефтяными углеводородами почв и водных сред». В 2019 г. с отличием окончила магистратуру ФГБУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина» по специальности «Экология и природопользование», защитила выпускную квалификационную работу по теме «Исследование сорбционной способности биомодифицированных материалов в отношении

## Sharapova, Irina Edmondovna

к некоторым тяжелым металлам и радионуклидам».

Ириной Эдмундовной опубликовано более 70 работ, в том числе в международных базах данных научного цитирования Web of Science, SCOPUS; получено 12 патентов. Область научных интересов И. Э. Шараповой – технология микробиологического синтеза, биотехнология: биопрепараты, ферментные препараты, биомодифицированные материалы направленного или полифункционального действия, природоохранного или сельскохозяйственного назначения.

В настоящее время И. Э. Шарапова работает в Институте агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, является ответственным исполнителем актуальной научной работы «Разработка комплексных форм биопрепаратов и биомодифицированных материалов для защиты растений от фитофагов и ксенобиотиков» по программе «Микробиологические средства для интегрированной защиты растений в системе альтернативного земледелия»; руководителем аспиранта по теме «Разработка комплексных форм биопрепарата для интегрированной защиты от фитопатогенов в культурах Пасленовых».

За время работы Ирина Эдмундовна проявила себя как инициативный сотрудник. При ее непосредственном участии за счет программы по обновлению приборной базы приобретено новое оборудование и приборы для укомплектования лабораторных помещений на базе Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; сформированы две новые лаборатории для проведения микробиологических исследований и фитотронная лаборатория, что значительно расширяет возможности для проведения научных исследований в области агробиотехнологий и сельскохозяйственного растениеводства, в том числе для молодых сотрудников Института.

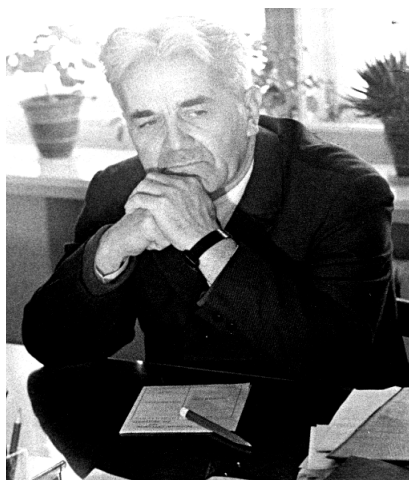
Проект И. Э. Шараповой «Биомодифицированные материалы для очистки почвогрунтов и водных сред от тяжелых металлов, радионуклидов, нефтепродуктов и защиты растений от почвообитающих насекомых-вредителей» на XXVII Московском Международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед-2024» был удостоен «Серебряной медали», в конкурсе «Инновационные биотехнологические решения» Международной выставки-конференции «Биоиндустрия-2013» – «Золотой медали».

Служа с неиссякаемой энергией и энтузиазмом на благо российской науки в области биотехнологий, Ирина Эдмундовна достигла немалых успехов, каждым днем своей жизни доказывая, что трудом и добросовестным отношением к делу можно добиваться высоких целей.

Желаем Вам, уважаемая Ирина Эдмундовна, воплощения в жизнь всех задуманных планов и начинаний, поддержки коллег, творческой энергии, оптимизма, крепкого здоровья, благополучия и удачи! Пусть каждый день будет наполнен радостью, а мир, гармония и любовь всегда живут в Вашем сердце!

*Коллектив Института агробиотехнологий  
им. А. В. Журавского Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук*

## Памяти известного ученого-аграрника Гавриила Ивановича Гагиева (1914–2007)



*«...опытное дело – не экспедиционное, оно требует многие годы работы и должно быть организуемо тогда, когда назревают, а отнюдь не тогда, когда уже назрели запросы жизни...»*  
А. В. Журавский, 1913

11 ноября 2024 г. исполнилось 110 лет со дня рождения одного из основоположников аграрной науки и современного сельскохозяйственного производства на Крайнем Севере, доктора сельскохозяйственных наук, профессора **Гавриила Ивановича ГАГИЕВА**. Масштабы и значение личности этого человека для развития аграрного сектора не только в Коми крае, но и других северных регионах трудно переоценить.

Гавриил Иванович Гагиев родился в Северной Осетии в бедной крестьянской семье. Рано лишился отца, который погиб на фронте Гражданской войны. С детских лет он познал голод, холод и тяжелый труд, выпасая отары овец на высокогорных пастбищах. Уже в зрелом возрасте, размышляя о прожитой жизни, он считал, что именно в сиротском голодном детстве получил необходимую закалку и жизненный опыт, которые дали ему силу и упорство в преодолении трудностей, сформировали его, как человека. В родном селе Г. Гагиев окончил семилетку, поступил в сельскохозяйственный техникум и в 1933 г., после его окончания, начал трудовую деятельность по специальности в качестве участкового, затем главного зоотехника колхоза, в дальнейшем заведующего отделом животноводства, далее заместителем заведующего районного земельного отдела Мало-Карачаевского района. Однако в 1937 г. работа молодого способного специалиста в родных краях была прервана. Он был репрессирован на Север и всю свою жизнь без остатка отдал сельскохозяйственному освоению Северного края. Здесь он прошел большой жизненный и творческий путь: от рядового зоотехника

## To the memory of the famous agricultural scientist Gavrill Ivanovich Gagiev (1914–2007)

одного из подведомственного ГУЛАГу хозяйства до заместителя министра сельского хозяйства Коми АССР, руководителя старейшего на Крайнем Севере научного учреждения, стал известным в нашей стране ученым-аграрником. Развитие сельскохозяйственной науки в Республике Коми как по продолжительности (1952–2000), так и по результативности неразрывно связано с его именем.

Формально научная работа Г. И. Гагиева началась с его назначения в 1951 г. директором Печорской сельскохозяйственной опытной станции. Однако интерес к научной работе Гавриил Иванович стал проявлять гораздо раньше, еще во время работы в хозяйствах и должности зоотехника Министерства сельского хозяйства Коми АССР. С первых шагов работы в должности директора опытной станции его основные усилия и энергия были направлены на улучшение кадрового и лабораторного обеспечения научных исследований, создание на опытной станции собственной экспериментальной базы. За короткий период времени он решил эту проблему. В годы его работы на станции значительно укрепился кадровый состав. Экспериментальное хозяйство стало образцово-показательным. Среди специалистов сельского хозяйства возрос авторитет научных сотрудников. Руководители и специалисты товарных хозяйств охотно шли на сотрудничество с учеными, способствовали организации на базе своих хозяйств опорных пунктов опытной станции, специалисты-практики активно вовлекались в экспериментальную работу и опытническое дело. Коллектив станции под руководством Г. И. Гагиева основные усилия направлял на развитие племенного животноводства в колхозах, дальнейшее укрепление материально-технической базы своего хозяйства и опорных пунктов. Благодаря хозяйственной сметке и трудолюбию директора на опытной станции в короткий срок были построены новые административный корпус, клинская теплица, электростанция, гараж, сушилка, силосная палубашня, доильная площадка на пастбище, рельсовая дорога для подъема грузов с берега реки, пешеходная лестница для спуска к реке, первый четырехквартирный дом и водоем на 1 тыс. куб. м. Станция была оснащена сельскохозяйственной техникой. Рост энерговооруженности позволил механизировать трудоемкие процессы в животноводстве, на сельскохозяйственных угодьях станции. В научно-исследовательской работе Гавриил Иванович сконцентрировал материальные и интеллектуальные ресурсы на решении самых острых проблем северного сельскохозяйственного производства. В животноводстве – на улучшении качества и обеспеченности скота местными кормами, налаживании селекционной работы с молочным скотом и овцами, выведении более продуктивных породных групп скота на основе местного селекционного материала. В кормодобывании шли: активная разработка приемов повышения урожайности естественных сенокосов

и пастбищ, улучшение их ботанического состава, освоение новых земель, разработка и внедрение оптимальной системы земледелия для районов Крайнего Севера, изучение эффективности различных способов и агротехники получения высоких урожаев силосных культур, корнеплодов и картофеля. Поражает масштабность и объем научных исследований, выполненных небольшим коллективом сотрудников и техников в эти годы. Необходимо заметить, что в 1950-е гг. страна еще полностью не восстановилась после Великой Отечественной войны и работы велись в условиях тотального дефицита финансов, материалов и кадров. Тем не менее коллектив решал поставленные задачи по созданию высокопродуктивных печорских отродий крупного рогатого скота и овец, отвечающих экологическим и хозяйственно-экономическим требованиям Приполярья с показателями продуктивности, значительно превышающими средние показатели, достигнутые хозяйствами республики. Сверх тематического плана в опытной станции проводились экологические испытания картофеля (урожайность – 160–241 ц/га), ячменя на зерно (13,8–17,4 ц/га), моркови, свеклы, редиса, репы и других культур; в теплице выращивались томаты и огурцы.

В начале 1950-х гг. на станции успешно завершились работы по селекции лугового клевера, начатые еще в 1929 г., когда был проведен первый посев клевера в полевых условиях семенами, собранными на пойменных лугах р. Печоры. В 1954 г. новый сорт клевера лугового Печорский улучшенный впервые районировали в Коми АССР, а в дальнейшем он был рекомендован для сенокосно-пастбищного использования по всему Северному региону Российской Федерации. Исследования Печорской сельскохозяйственной опытной станции, продолженные затем Государственной сельскохозяйственной опытной станцией Коми АССР в пойме р. Вычегды, дали основание для принятия совместного Постановления бюро Обкома и Совета Министров Коми АССР, в котором рекомендовалось использовать не менее 50 % минеральных удобрений, поступающих в республику, для подкормки естественных сенокосов и пастбищ, что позволило поднять их продуктивность с 6,7 ц/га сена в 1968 г. до 14,3 ц/га в 1990 г. По итогам работы в 1953–1955 гг. Печорская сельскохозяйственная опытная станция три года подряд становилась участником Всесоюзной сельскохозяйственной выставки и отмечалась дипломами и аттестатами. Опытная станция продемонстрировала овец новой породной группы, выведенной при скрещивании пород ромни-марш и северная короткохвостая, с живой массой 80 кг и настригом рунной полутонкой комвольной шерсти 5,5 кг, длиной 14 см. За эти показатели станция награждена аттестатом первой степени, а создатель новой породной группы овец Д. А. Епанешников – золотой медалью Всесоюзной сельскохозяйственной выставки. За выставленную в 1954 г. на ВДНХ печоро-холмогорскую помесную корову Волга, с удоем по третьей лактации 3424 кг молока, жирностью 4,19 %, станции присудили аттестат III-й степени. Участниками выставки были директор станции Г. И. Гагиев, научные сотрудники Д. А. Епанешников и В. Ф. Канев, а также доярки А. М. Болотникова и А. А. Огрызкова. Обе за успехи в социа-

листическом сельском хозяйстве награждены малыми серебряными медалями Всесоюзной сельскохозяйственной выставки.

В 1957 г. Г. И. Гагиев был назначен директором Государственной сельскохозяйственной опытной станции Коми АССР и опытно-производственного хозяйства.

Основными направлениями научной деятельности станции являлись: проверка, совершенствование и внедрение прогрессивных технологий возделывания овощных, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля, приемов улучшения кормовых угодий в условиях Коми АССР, селекция многолетних трав, организация первичного семеноводства и производства семян элиты и первой репродукции районированных и перспективных сортов сельскохозяйственных культур; селекционное совершенствование скота, овец и птицы; выращивание племенного молодняка сельскохозяйственных животных; механизация трудоемких процессов в животноводстве, растениеводстве и кормопроизводстве.

Немало трудностей выпало на долю Гавриила Ивановича как ученого и администратора, чтобы из нескольких отсталых хозяйств создать единое научное учреждение с современной экспериментальной базой. Его трудами и неумной энергией опытная станция к 1975–1976 гг. была признана победителем Российского социалистического соревнования, в 1978 г. – Всесоюзного социалистического соревнования, а молочная ферма хозяйства на протяжении 12 лет подряд признавалась победителем республиканских и российских конкурсов на лучшую постановку племенного дела.

Являясь основателем и четверть века бессменным руководителем Государственной сельскохозяйственной опытной станции Коми АССР, Г. И. Гагиев создал материально-техническую базу для научных исследований и производства. Его трудами и энергией в пригороде Сыктывкара были построены два благоустроенных поселка городского типа, животноводческие и птицеводческие комплексы; современная ремонтная база механизации, овощехранилища с современным оборудованием, летний тепличный комплекс, административный корпус, летние лагеря для содержания дойного стада и племенного молодняка, долговременные культурные пастбища, получил развитие плодово-ягодный питомник, освоены сотни гектаров новых земель и мн. др.

В 1979 г. Государственная сельскохозяйственная опытная станция была переведена в подчинение Отделению ВАСХНИЛ по Нечерноземной зоне Российской Федерации, и в том же году Постановлением Совета Министров РСФСР от 21.09.1979 № 474 станции было присвоено имя основателя сельскохозяйственной науки в Коми крае – Андрея Владимировича Журавского.

Подводя краткий итог научной и организационной деятельности Гавриила Ивановича Гагиева за период с 1951 по 1990 г., под его руководством и во всех случаях при моральной и организационной поддержке, а по многим направлениям научных исследований при непосредственном его участии были завершены начатые им, его предшественниками или соратниками научные разработки.



Государственная сельскохозяйственная опытная станция им. А. В. Журавского удостоена переходящим Красным Знаменем ЦК КПСС и Совета Министров СССР за достигнутые успехи в развитии сельскохозяйственного производства (слева направо: В. М. Котельников, Г. И. Гагиев, Е. А. Зюзева, Э. Исупова, Г. Т. Шморгунов, Б. Е. Клинтсов).

The State Agricultural Trial Station named after A. V. Zhuravskiy is awarded the Red Challenge Banner of CPSU Central Committee and the Council of Ministers of the USSR for achievements in the development of agricultural production (from left to right: V. M. Kotelnikov, G. I. Gagiev, E. A. Zyuzeva, Z. Isupova, G. T. Shmorgunov, B. E. Klintsov).

В области животноводства:

- выведена печорская породная группа овец Печорские полутонкорунные мясошерстные овцы (1937–1960);
- создан первый в Советском Союзе новый внутрипородный тип крупного рогатого скота холмогорской породы Печорский ПХ-1 (1935–1990).
- разработаны методы компенсации светового «голодания» на Севере (во время полярных ночей), обеспечивающие повышение молочной продуктивности на 10–12 % и увеличение срока племенной службы коров на два-три года, улучшение всех физиологических показателей;
- внедрен метод холодного выращивания ремонтного молодняка;
- разработана технология интенсивного откорма крупного рогатого скота;
- разработана технология выращивания племенного молодняка для северных регионов России на сено-силосных рационах, обеспечивающая повышение продуктивности на 15–20 %, длительный срок их использования в условиях промышленной технологии;
- создана методика акклиматизации и разведения айрширского скота в условиях Севера, в том числе в Заполярье;
- внедрена новая система кормления кур с заменой 50%-ных концентрированных кормов комбисилом (зимой) или зеленой травой (летом);
- впервые обследованы естественные кормовые угодья в бассейнах Вычегды и Печоры и их притоков, изучены химический состав и питательность кормов местной заготовки;
- составлены дифференцированные нормы кормления скота различной продуктивности и разных возрастных групп;
- разработана новая технология производства гидролизных дрожжей, обеспечивающая экономию на каждой тонне 25 кг дефицитного рыбьего жира.

В области земледелия разработаны:

- новая система обработки почвы с углублением пахотного горизонта;
- система севооборотов, в том числе для многолетних трав с 12-летним использованием травостоя;
- многолетние культурные пастбища;
- лагерно-выгульное беспривязное содержание молодняка крупного рогатого скота;
- мелиорация земель и их окультуривание за счет внесения больших доз органических удобрений.

В области растениеводства и полеводства:

- изучены и внедрены новые для Севера культуры (огурец, томат, чеснок, подсолнечник, борщевик, различные виды капусты и др.);
- на основе местных генофондов выведены новые сорта многолетних кормовых трав;
- испытаны и рекомендованы для посева одно-, двух-, трех- и многокомпонентные травосмеси для краткосрочного и долгодлительного использования;
- исследованы подзимние и ранневесенние (в начале мая) посевы некоторых сельскохозяйственных культур;
- изучены яровизация картофеля и использование в качестве семенного материала верхушек продовольственных клубней;
- разработаны методы коренного и поверхностного улучшения лугов, повышения их продуктивности.

Это далеко не полный перечень работ, выполненных Печорской сельскохозяйственной опытной станцией по развитию науки и северного сельского хозяйства под руководством Г. И. Гагиева. Внедрение его разработок позволило получить по Республике Коми в 1990 г. – 3060, а по хозяйству Института – 4829 кг молока на корову.

Научная общественность знала Гавриила Ивановича Гагиева, как инициатора и пионера экспериментов по скрещиванию холмогорского скота с джерсейским, акклиматизации в Республике Коми и даже Заполярье айрширского скота, скрещиванию холмогорского скота с голштинским. В то же время он бережно относился и стремился сохранить ценные аборигенные генофонды. Гавриил Иванович понимал необходимость поддержания и сохранения генетического разнообразия сельскохозяйственных растений и животных. Он очень осторожно относился к внедрению пропашной системы земледелия в северных регионах, повальному внедрению на севере посадок кукурузы или сорных новых кормовых растений, таких как борщевик Сосновского или окопник шершавый.

Г. И. Гагиева по праву можно считать первопроходцем внедрения современных промышленных технологий в птицеводстве и молочном скотоводстве и использования мирового генофонда крупного рогатого скота для повышения продуктивности животных. По южному темпераментный, резкий, достаточно жесткий, требовательный к себе и подчиненным, а иногда даже жестокий, но справедливый и отходчивый Г. И. Гагиев пользовался непрекаемым авторитетом, неизменным уважением, доверием не только в коллективе (особенно среди простых рабочих), но и у научных работников и руководства республики и Российской Федерации. В Г. И. Гагиеве людей всегда





В 1972 г. состоялась рабочая встреча президента АН СССР академика М. В. Келдыша с коллективом Государственной сельскохозяйственной опытной станции им. А.В. Журавского по вопросам развития, изучения на месте возможных направлений и перспектив. Слева направо: Президент Всесоюзной академии наук М. В. Келдыш, директор Госсельхозопытной станции Г. И. Гагиев, Председатель президиума Коми филиала АН СССР В. П. Подоплелов.

Working meeting of the President of the Academy of Sciences of the USSR M. V. Keldysh with the representatives of the State Agricultural Trial Station named after A. V. Zhuravskiy in 1972. From left to right: President of the All-Union Academy of Sciences M. V. Keldysh, Director of the trial station G. I. Gagiev, Chairman of the Presidium of the Komi Branch of the Academy of Sciences of the USSR V. P. Podoplelov.

подкупали его человеческое обаяние, простота в общении, обязательность, преданность делу, надежность, великодушие, умение брать на себя ответственность, коммуникабельность и предприимчивость.

Залогом успешной научной и производственной деятельности Г. И. Гагиева являлась неразрывная связь науки и производства. В течение 30 лет работы директором опытной станции сначала в Усть-Цильме, а потом в Сыктывкаре он возглавлял и научную, и производственную деятельность. А заведующие научными отделами отвечали за производственные показатели хозяйства. Например: зав. отделом животноводства Г. Ф. Сметанин одновременно исполнял обязанности главного зоотехника; главный ветврач хозяйства В. Д. Крысин проводил исследования по изучению методов преодоления «светового голодания» молодняка и коров; заведующий птицефермой М. А. Бычаев разработал методику замены в рационе птиц зерновых кормов комбисилом и зеленой травой и др.

Одной из многих заслуг Г. И. Гагиева является создание дружного, работоспособного, многонационального коллектива. Главными критериями при наборе работников в опытную станцию для него служили добросовестность и преданность делу: для научных работников – способности исследователя, трудолюбие и работоспособность; для техников и лаборантов – точность и скрупулезность при проведении анализов; для рабочих – трудолюбие, профессиональное мастерство; общими для всех требованиями было соблюдение трудовой и исполнительской дисциплины.

С позиции сегодняшнего дня в личности Г. И. Гагиева поражает бескорыстие этого человека. Более 30 лет он совмещал работу директора научного учреждения и директора опытно-производственного хозяйства, свыше 24

лет работал заместителем министра сельского хозяйства республики.

Гавриил Иванович до глубокой старости не чурался черной работы. Он первым выходил на субботники по удобрению лугов, ремонту изгородей, созданию долгодетных культурных пастбищ, уборке урожая, заготовке кормов, посадке деревьев (парк Г. И. Гагиева) и т. д. К нему постоянно обращались работники опытной станции со своими бедами и радостями. Он был открыт и доступен для любого человека.

Вот, что написал о Г. И. Гагиеве проработавший с ним около 10 лет в качестве заместителя директора Г. Т. Шморгунов: «...меня всегда поражала его известность и популярность, как среди научных работников страны, так и среди производственников.

При всех звонках в главк науки МСХ РСФСР, отделение ВАСХНИЛ по Н.З. РСФСР, в институты и опытные станции, в колхозы и совхозы Республики достаточно было представиться "заместитель Гагиева", и уже не требовалось называть организацию, все было ясно.

А. В. Журавский в своей работе "Северные заморозки и культурные растения" приводит циклограмму продолжительности нахождения солнца над горизонтом, в период между весенним и осенним равноденствиями на 45 и 65 северных широтах, и делает вывод, что света на Севере вполне достаточно для роста и развития растений. Его последователя Г. И. Гагиева интересовала не общая продолжительность дня, а продолжительность солнечного сияния, при котором во всех живых организмах идет накопление витаминов и каротина (провитамина А), при недостатке которого наблюдается рахит у детей, у молодняка животных и рассасывание костной ткани у взрослых животных. Именно поэтому научная и производственная деятельность Г. И. Гагиева была посвящена вопросам борьбы с авитаминозом. Это и облучение животных ультрафиолетовыми лампами в стойловый период, и организация круглосуточной пастбы летом, и прогулки в зимний период, движение и насыщение организма витаминами – вот основа жизни, как утверждал ученый своими работами. С этой целью им разрабатывались и внедрялись в производство такие приемы, как кормление кур летом травой, а зимой комбисилом; косьба трав в утренние часы, когда в них содержится наибольшее количество каротина; заготовка витаминной травяной муки, позволяющей сохранить каротин на 80–90 %. Сюда же надо отнести выращивание ягод и овощей, причем с максимальным увеличением периода их поступления за счет использования пленочных укрытий и теплиц, применение уплотнительных посевов. И конечно, его страсть – молоко. Он твердо усвоил учение Авиценны и Гиппократ, И. П. Павлова, И. И. Мечникова и других корифеев древней и российской науки о том, что молоко является незаменимым продуктом питания, особенно для детей и стариков. В период работы директором опытной станции Г. И. Гагиев никогда не ходил на обед – кусок черного хлеба и простокваша, которая готовилась из свежего молока прямо в кабинете – вот его обед на протяжении трех десятилетий. Молодые сотрудники, особенно женщины, заботясь о его здоровье, часто преду-

преждали его, что таким питанием он испортит желудок и т. д., а Гавриил Иванович в ответ только улыбался и до конца жизни (92 года) никогда не страдал желудочно-кишечными заболеваниями, доказав всем свою правоту.

Должность заместителя министра сельского хозяйства Коми АССР позволяла Гавриилу Ивановичу первым получать фонды на сельскохозяйственную технику и удобрения, испытывать их в своем хозяйстве и предлагать их внедрение в колхозах и совхозах Коми АССР. Так в республике появились первые пресс-подборщики, агрегаты по приготовлению витаминной травяной муки, ее гранулированию и брикетированию. Необходимо отметить, что Г. И. Гагиев не только подбирал и использовал новые, перспективные технологии, но и постоянно совершенствовал их. Своих идей у Г. И. Гагиева было очень много. Например, обогащение травяной муки, гранул и брикетов из нее недостающими микроэлементами, введение в них куриного помета, богатого белком; закладка сенажа в полиэтиленовые мешки большой емкости; преодоление "светового голодания" животных в долгие зимние месяцы; организация прогулок коров в стойловый период, при любой погоде, для чего рядом с фермами прочищалась тропа, шириной в 2–3 м – своеобразный "тренажер" для животных и многое другое...»

Многогранна и плодотворна общественная деятельность Г. И. Гагиева. Он неоднократно избирался депутатом районного и городского Советов народных депутатов, в течение 30 лет возглавлял радиотелевизионный университет сельскохозяйственных знаний. Им опубликовано около 200 научных статей и патентов, восемь монографий, сотни буклетов и газетных статей.

Гавриил Иванович ушел от нас на 93-м году жизни. Созидатель и коллективист по натуре, он тяжело пережил

«перестройку» и «реформы» 1990-х гг. На его глазах рушилось и растаскивалось все то, чему он отдал всю свою жизнь. Зарастали ивняком и сорными растениями с таким трудом, потом и кровью освоенные северные земли, уничтожался племенной скот, распадались и деградировали созданный им работоспособный коллектив. Он не мог понять, как можно так бездарно и бездумно разрушить то, что является основой жизни и благополучия народа нашей страны. С чувством собственного бессилия, горечи и обиды воспринял он так называемые рыночные реформы, которые привели к уничтожению производственных мощностей.

Гавриил Иванович – ровесник страны Советов. Он ушел вместе с ней в вечность. Страной, которую любил и строил, которая оценила его заслуги перед отечественной аграрной наукой и производством, наградив орденами: «Трудового Красного Знамени», «Знак почета», «Дружбы», медалями «За доблестный труд», ВДНХ; Почетными грамотами: Министерства сельского хозяйства СССР, РСФСР, ВАСХНИЛ и РАСХН, Президиума Верховного Совета, Совета Министров Коми АССР, присвоив ему почетные звания: «Заслуженный зоотехник РСФСР», «Заслуженный зоотехник Коми АССР», «Заслуженный работник народного хозяйства Коми АССР», «Почетный ветеран Республики Коми», «Почетный гражданин г. Сыктывкара».

*Кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Института агробиотехнологий  
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
В. С. Матюков*



Научный журнал

**ИЗВЕСТИЯ**  
Коми научного центра  
Уральского отделения Российской академии наук  
**Серия «Сельскохозяйственные науки»**  
**№ 7 (73)**

Номер подготовили:

Ответственный редактор серии – д.б.н. В. Г. Зайнуллин  
Ответственный секретарь серии – к.э.н. Т. В. Тарабукина  
Выпускающий редактор – И. В. Курляк  
Редактор – О. А. Гросу  
Переводчик – Е. С. Кузьмина  
Оригинал-макет – Е. Н. Старцева  
Дизайн обложки – Я. С. Куликова

Лицензия № 0047 от 10.01.1999.

Подписано в печать 02.11.2024. Дата выхода в свет 06.11.2024.

Уч.-изд.л. 20,0. Усл.-печ.л. 18,0. Тираж 300. Заказ № 43.

Формат 60x84/8. Свободная цена.

---

Подготовлено к изданию и отпечатано в редакционно-издательском центре ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
167982, Российская Федерация, ГСП-2, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 24.

Адрес учредителя, издателя: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук».  
167982, Российская Федерация, ГСП-2, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 24.