

ISSN 1999-6837 (Print)
ISSN 2077-9089 (Online)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК

**FAR EASTERN AGRICULTURAL
JOURNAL**

**Том 20
Номер 2
2026**

- *Общее земледелие и растениеводство*
- *Селекция, семеноводство и биотехнология растений*
- *Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений*
- *Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология*
- *Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства*
- *Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса*
- *Пищевые системы*

Тихончук П. В., председатель редакционного совета, главный редактор, д-р с.-х. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск
Селихова О. А., заместитель главного редактора, канд. с.-х. наук, доцент, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск
Овчинникова О. Ф., ответственный секретарь, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск
Редакционный совет:
Асеева Т. А., д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, директор ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН – Дальневосточный НИИСХ, г. Хабаровск;
Белко А. А., канд. вет. наук, доцент, проректор по научной работе УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь;
Владимиров Л. Н., д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАН, Заслуженный деятель науки РФ и Республики Саха (Якутия), Президент Академии наук Республики Саха (Якутия), г. Якутск;
Друзьянова В. П., д-р техн. наук, профессор, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, г. Якутск;
Емельянов А. Н., канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., директор ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки», г. Уссурийск;
Клыков А. Г., д-р биол. наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки», г. Уссурийск;
Комин А. Э., канд. с.-х. наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, г. Уссурийск;
Ли Хунцэн, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., Хэйлунцзянская академия сельскохозяйственных наук, Китайская Народная Республика;
Остякова М. Е., д-р биол. наук, доцент, директор ФГБНУ ДальЗНИВИ, г. Благовещенск;
Синеговская В. Т., д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН – Дальневосточный НИИСХ, г. Хабаровск;
Тихонов С. Л., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», г. Екатеринбург;
Хамагаева И. С., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ;
Хан Тианфу, д-р наук (PhD), профессор, иностранный член РАН, Китайская академия сельскохозяйственных наук, Институт растениеводства, Китайская Народная Республика;
Чабаев М. Г., д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», пос. Дубровицы, Московская область
Редакционная коллегия:
Громов И. Н., д-р вет. наук, профессор, зав. кафедрой, УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь;
Захарова Е. Б., д-р с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Ключникова Н. Ф., д-р с.-х. наук, заместитель директора по научной работе, ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН – Дальневосточный НИИСХ, г. Хабаровск;
Кухаренко Н. С., д-р вет. наук, профессор, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Миллер Т. В., канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой, ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», г. Челябинск;
Решетник Е. И., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Темираев Р. Б. – д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой, ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет, г. Владикавказ;
Труш Н. В., д-р биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Туаева Е. В., д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», пос. Дубровицы, Московская область;
Шарвадзе Р. Л., д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск;
Шишлов С. А., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ, г. Уссурийск;
Щитов С. В., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск

Учредитель и издатель –
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ)
Адрес учредителя и издателя –
675005, Амурская обл., г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86
Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Запись о регистрации ПИ № ФС 77-78057 27.03.2020
Подписной индекс в Объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ» **94054 (полугодовая);**
Онлайн подписка: <https://www.pressa-ru/cat/1/edition/194054/>
Журнал представлен в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)
Распоряжением Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации от 1 декабря 2015 года журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (письмо ВАК №13-6518 от 01.12.2015 г.)
(в Перечне ВАК под № 1123 по состоянию на 29.04.2026)
Адрес редакции:
675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86, уч. корп. 1, каб. 315
Тел. (4162) 995147
Тел./факс (4162) 995127
www.vestnik.dalgau.ru
e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru

Ministry of Agriculture of the Russian Federation Far Eastern State Agrarian University FAR EASTERN AGRICULTURAL JOURNAL Scientific and Practical Journal Issued since 2007. Issued quarterly	Vol. 20. No. 2 April – June 2026
<i>P. V. Tikhonchuk</i>, Chairman of Drafting Committee, Editor-in-Chief, Dr. Agr. Sci., Professor, Rector of the Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk <i>O. A. Selikhova</i>, Deputy Editor-in-Chief, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Vice-rector for Scientific Work of the Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk <i>O. F. Ovchinnikova</i>, Executive Secretary, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk Editorial Council: <i>T. A. Aseeva</i>, Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk; <i>A. A. Belko</i>, Cand. Veterinar. Sci., Associate Professor, Vice-Rector for Scientific Work, Educational Establishment "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Order of "The Badge of Honor", Republic of Belarus; <i>L. N. Vladimirov</i>, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia and Sakha Republic (Yakutia), President of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk; <i>V. P. Druzyanova</i>, Dr. Tech. Sci., Professor, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk; <i>A. N. Emelyanov</i>, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Director of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika, Ussuriysk; <i>A. G. Klykov</i>, Dr. Biol. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika, Ussuriysk; <i>A. E. Komin</i>, Cand. Agr. Sci., Assistant Professor, Rector of the Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk; <i>Li Hongpeng</i>, Dr. Agr. Sci., Senior Researcher, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, China; <i>M. E. Ostyakova</i>, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Director of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute, Blagoveshchensk; <i>V.T. Sinegovskaya</i>, Dr. Agr. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia, Chief Researcher of the Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk; <i>S. L. Tikhonov</i>, Dr. Tech. Sci., Professor, Ural State Agrarian University, Yekaterinburg; <i>I. S. Khamagaeva</i>, Dr. Tech. Sci., Professor, East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude; <i>Tianfu Han</i>, PhD, Professor, Foreign member of the Russian Academy of Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science, China; <i>M. G. Chabaev</i> – Dr. Agr. Sci., Professor, Chief Researcher, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Dubrovitsy, Moscow region Editorial Board: <i>I. N. Gromov</i>, Dr. Veterinar. Sci., Professor, Head of the Department, Educational Establishment "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Order of "The Badge of Honor", Republic of Belarus; <i>E. B. Zakharova</i>, Dr. Agr. Sci., Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk; <i>N. F. Klyuchnikova</i>, Dr. Agr. Sci., Deputy Director of Research of the Far Eastern Research Institute of Agriculture, Khabarovsk; <i>N. S. Kukhareenko</i>, Dr. Veterinar. Sci., Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk; <i>T. V. Miller</i>, Cand. Biol. Sci., Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk; <i>A. A. Ovchinnikov</i>, Dr. Agr. Sci., Professor, Head of the Department, South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk; <i>E. I. Reshetnik</i>, Dr. Tech. Sci., Professor, Head of the Department, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk; <i>R. B. Temiraev</i>, Dr. Agr. Sci., Professor, Head of the Department, Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz; <i>N. V. Trush</i>, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk; <i>E. V. Tuaeava</i>, Dr. Agr. Sci., Leading Researcher, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst, Dubrovitsy, Moscow region; <i>R. L. Sharvadze</i>, Dr. Agr. Sci., Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk; <i>S. A. Shishlov</i>, Dr. Tech. Sci., Professor, Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk; <i>S. V. Shchitov</i>, Dr. Tech. Sci., Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk	Founder and Publisher – Far Eastern State Agrarian University Founder and Publisher Address: 675005, g. Blagoveshchensk, Amur Region, street Polytechnik, 86. Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor) Registration record ПН № ФЦ 77-78057 dated March 27, 2020 Subscription Indices in the Catalogue "PRESS OF RUSSIA" 94054 (semi-annual); Online subscription: https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/94054/ The Journal is presented in the system of Russian Science Citation Index (RSCI) and on the platform of Scientific Electronic Library www.elibrary.ru By order of the Higher Attestation Commission (HAC) of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated December 01, 2015: The Journal has been included in the List of Reviewed Scientific Editions, which shall publish the main findings of theses: Ph.D. thesis; doctoral thesis (HAC's Letter No. 13-6518 from 01.12.2015) (In the HAC List No. 1123 for April 29, 2026) Editorial office address: 86, Politekhnikeskaya Str., Bldg. 1, Rm. 315 Blagoveshchensk, Amur Region, 675005 Tel. (4162) 995147 Tel./fax (4162) 995127 www.vestnik.dalgau.ru e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru
Format 60×90/8. Edition 600 copies. Order 190. Signing date 18.06.2026. Publication date 29.06.2026. Free price. Far Eastern State Agrarian University: 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur Region, 675005 Printing house address: 86, Politekhnikeskaya str., Bldg. 1, Aud. 117, Blagoveshchensk, Amur Region, 675005 ISSN 1999-6837 (Print), 2077-9089 (Online)	

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ.....	5
<i>Зенкина К. В., Асеева Т. А., Федорова С. С. Сравнительная оценка способов закладки зерновых культур для определения всхожести семян.....</i>	<i>5</i>
<i>Казак А. А., Ракитина У. А., Тоболова Г. В., Яценко С. Н. Хозяйственно-ценные признаки биотипов яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная в лесостепи Зауралья</i>	<i>15</i>
<i>Першаков А. Ю., Сулейменова А. К. Влияние предпосевной обработки семян масличного льна на урожайность различных сортов в Северном Зауралье</i>	<i>24</i>
<i>Степанов А. С., Тишкова А. Г., Бордаков А. С. Совместное применение данных наземных и дистанционных наблюдений для оценки эффективности систем защиты посевов сои ...</i>	<i>33</i>
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	47
<i>Камышенцев С. Г., Шарвадзе Р. Л. Влияние профилактической обрезки копыт при активном моционе на продуктивность коров и продолжительность межотельного периода.....</i>	<i>47</i>
<i>Овчинников А. А., Козырев А. М. Эффективность использования кормовой добавки фитобиотика в рационе цыплят-бройлеров.....</i>	<i>54</i>
<i>Шелегеда Я. В., Шарвадзе Р. Л. Экспериментальное изучение влияния фитобиотиков на продуктивность и обменные процессы в организме кур-несушек</i>	<i>63</i>
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	71
<i>Абидуев А. А., Дармаева Т. Г., Абидуев А. А. Очистка семян рапса от трудноотделимых примесей.....</i>	<i>71</i>
<i>Ермолаева А. В., Матвеева Т. В. Разработка рецептуры и технологии снеков с использованием продуктов переработки регионального растительного сырья</i>	<i>78</i>
<i>Марьин В. А., Верецагин А. Л., Иванов А. А. Разделение зерносмеси гречихи и сои</i>	<i>88</i>
<i>Нератов А. О., Друзьянова В. П. Анализ влияния вредных газов на продуктивность крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия).....</i>	<i>98</i>
ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК».....	109

CONTENTS

AGRONOMY	5
<i>Zenkina K. V., Aseeva T. A., Fedorova S. S.</i> Comparative evaluation of methods of planting grain crops to determine seed germination	5
<i>Kazak A. A., Rakitina U. A., Tobolova G. V., Yashchenko S. N.</i> Economically valuable traits of biotypes of spring soft wheat Tyumenskaya yubileinaya in the forest-steppe of the Trans-Urals 15	
<i>Pershakov A. Yu., Suleimenova A. K.</i> Influence of pre-sowing treatment of oil flax seeds on the yield of different varieties in the Northern Trans-Urals.....	24
<i>Stepanov A. S., Tishkova A. G., Bordakov A. S.</i> Combined use of ground-based and remote sensing data to assess the effectiveness of soybean protection systems	33
ANIMAL BREEDING AND VETERINARY	47
<i>Kamyshtentsev S. G., Sharvadze R. L.</i> The effect of preventive hoof trimming with active exercise on cow productivity and the duration of the interbody period	47
<i>Ovchinnikov A. A., Kozyrev A. M.</i> Efficiency of using phytobiotic feed additive in the diet of broiler chickens.....	54
<i>Shelegeda Ya. V., Sharvadze R. L.</i> Experimental study of the effect of phytobiotics on the productivity and metabolic processes in the body of laying hens.....	63
AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	71
<i>Abiduev A. A., Darmaeva T. G., Abiduev A. A.</i> Cleaning <i>Silybum marianum</i> (milk thistle) seeds from hard to separate impurities	71
<i>Ermolaeva A. V., Matveeva T. V.</i> Development of snack recipes and technologies using processed regional plant raw materials	78
<i>Maryin V. A., Vereshchagin A. L., Ivanov A. A.</i> Separation of grain mixtures of buckwheat and soybeans	88
<i>Neratov A. O., Druzyanova V. P.</i> Analysis of the effect of harmful gases on cattle productivity in the Republic of Sakha (Yakutia).....	98
THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRICULTURAL JOURNAL	109

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

Научная статья

УДК 633.1:631.531

EDN DQXENE

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-5-14>**Сравнительная оценка способов закладки
зерновых культур для определения всхожести семян****Кристина Владимировна Зенкина¹, Татьяна Александровна Асеева²,
Светлана Сергеевна Федорова³**^{1, 2, 3} Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Хабаровский край, Хабаровск, Россия¹ polosataya-zebra@mail.ru, ² aseeva59@mail.ru, ³ svetlanafedorova684@gmail.com

Аннотация. Представлены результаты сравнительной оценки способов закладки зерновых культур (овес, пшеница, ячмень, тритикале) для определения лабораторной всхожести семян. Использовались два метода проращивания семян: на бумаге и на ложе из песка. У большинства сортов зерновых культур количество проросших семян было выше на песке в сравнении с рулоном на 1–25 шт. Отмечены особенности длины ростков у овса (10,0 см) и тритикале (12,3–12,8 см) с максимальными значениями на песке. Способ проращивания семян оказывал существенное влияние на индекс длины корней. Для сортов ярового овса Дальневосточный Золотой ($t_{\phi}=3,43$; $t_{05}=2,02$) и Маршал ($t_{\phi}=3,77$; $t_{05}=2,02$) лабораторная всхожесть семян была значительно выше на песке, чем в рулонах. У сорта пшеницы яровой мягкой Анфея ($t_{\phi}=5,51$; $t_{05}=2,02$) и сорта ярового ячменя Хабаровский ($t_{\phi}=3,00$; $t_{05}=2,02$) всхожесть семян значительно выше на песке. Однако для сортов пшеницы Далира ($t_{\phi}=2,00$; $t_{05}=2,02$) и ячменя Муссон ($t_{\phi}=-0,01$; $t_{05}=2,02$) не выявлено статистических различий между определением всхожести семян на песке и рулонным методом. У сорта яровой тритикале Ученик ($t_{\phi}=1,19$; $t_{05}=2,02$) и селекционной линии Т-28 ($t_{\phi}=-1,69$; $t_{05}=2,02$) между методами статистически значимых различий не обнаружено. Оптимальным методом определения лабораторной всхожести семян для овса является проращивание на песке, для пшеницы и ячменя выбор метода зависит от особенностей сорта и риска грибных заболеваний, для тритикале допустимо использовать оба способа закладки семян. Для комплексной оценки качества семян зерновых культур рекомендуется применять метод проращивания на песке с учетом сортовых особенностей и индекса длины корней.

Ключевые слова: способ закладки семян, лабораторная всхожесть, индекс длины корней, зерновые культуры

Для цитирования: Зенкина К. В., Асеева Т. А., Федорова С. С. Сравнительная оценка способов закладки зерновых культур для определения всхожести семян // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 5–14. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-5-14>.

Original article

**Comparative evaluation of methods of planting
grain crops to determine seed germination****Kristina V. Zenkina¹, Tatiana A. Aseeva², Svetlana S. Fedorova³**^{1, 2, 3} Far Eastern Agricultural Research Institute

Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russian Federation

¹ polosataya-zebra@mail.ru, ² aseeva59@mail.ru, ³ svetlanafedorova684@gmail.com

Abstract. The article provides a comparative assessment of the methods of laying grain crops to determine the laboratory germination of seeds. The authors applied seed germination methods: on paper and on sand. In most varieties of grain crops, the number of germinated seeds was higher in the sand compared to a roll of paper (by 1–25 pieces). The length of the shoots of oats (10.0 cm) and triticale (12.3–12.8 cm) had maximum values in the sand. It was found that the method of seed germination had a significant effect on the root length index. For the spring oat varieties Dalnevostochnyi Zolotoi ($t_f=3,43$; $t_{05}=2,02$) and Marshal ($t_f=3,77$; $t_{05}=2,02$), the laboratory germination of seeds was significantly higher on sand than in rolls. The spring soft wheat variety Anfeya ($t_f=5,51$; $t_{05}=2,02$) and the spring barley variety Khabarovskii ($t_f=3,00$; $t_{05}=2,02$) have significantly higher seed germination on sand. There were no statistical differences between the seed germination on sand and the roll method for the wheat variety Dalira ($t_f=2,00$; $t_{05}=2,02$) and the barley variety Musson ($t_f=0,01$; $t_{05}=2,02$). No statistically significant differences were found between the methods for the spring triticale variety Uchenik ($t_f=1,19$; $t_{05}=2,02$) and the breeding line T-28 ($t_f=1,69$; $t_{05}=2,02$). The optimal method for determining the laboratory germination of seeds for oats is germination in the sand. At the same time, for wheat and barley, the choice of method depends on the characteristics of the variety and the risk of fungal diseases. For triticale, it is acceptable to use both methods of seed laying. For a comprehensive assessment of the quality of grain seeds, we recommended using the method of germination in sand, taking into account varietal characteristics and the root length index.

Keywords: seeding method, laboratory germination, root length index, grain crops

For citation: Zenkina K. V., Aseeva T. A., Fedorova S. S. Comparative evaluation of methods of planting grain crops to determine seed germination. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:5–14. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-5-14>.

Введение. Важное место в растениеводстве Российской Федерации занимает пшеница (*Triticum aestivum* L.) [1]. Эта культура является основополагающим компонентом агропромышленного комплекса страны, обеспечивая сырьем производство важнейших продуктов питания – муки, хлеба, макарон и круп [2]. Поэтому высокий уровень урожайности имеет стратегическое значение для продовольственной безопасности государства, особенно в условиях растущего мирового населения и повышения спроса на продукты питания [3].

Овес (*Avena sativa* L.) и ячмень (*Hordeum vulgare* L.) играют важную роль в российском сельском хозяйстве благодаря своему широкому применению в различных сферах. Эти культуры являются важными составляющими агроэкономической системы, способствуя обеспечению продовольствием и кормовыми ресурсами для животноводства [4]. Основные направления использования овса включают: производство зерна, которое является ценным источником питательных веществ и активно используется в производстве круп, муки и толокна; заготовка зеленой

массы, сенажа, зерносенажа и силоса, что делает его важным компонентом кормовых рационов животных. Высокие показатели питательной ценности обеспечивают востребованность овса в рационе людей и животных [5]. Ячмень также представляет собой универсальную культуру, используемую в различных областях. Зерно ячменя является кормовым ресурсом, обеспечивающим необходимые питательные вещества животным. Оно является основным сырьем для пивоваренной промышленности, что подчеркивает экономическую значимость культуры. Также нужно отметить изготовление ячневой и перловой крупы для применения в кулинарии [6]. Широкое использование и высокая питательная ценность овса и ячменя делают их необходимыми элементами устойчивого развития сельского хозяйства в регионе.

Для удовлетворения возрастающих потребностей в продуктах питания и кормах одним из перспективных направлений является введение в производство новых высокоэффективных сельскохозяйственных культур. Одной из таких культур является яровая тритикале ($\times$ *Triticosecale* Wittm.), популярность которой быстро

возрастает в мировом масштабе. Тритикале является результатом скрещивания двух важных злаковых культур – пшеницы и ржи. Основными ее преимуществами перед традиционными зерновыми культурами выступают: повышенная сопротивляемость заболеваниям и вредителям, экономическая эффективность вследствие высокой урожайности и низкой себестоимости продукции и универсальность использования [7]. Благодаря уникальным характеристикам эта культура способна внести значительный вклад в решение глобальных проблем, связанных с нехваткой продовольственных ресурсов.

Эффективность зернового производства в сельскохозяйственных предприятиях зависит не только от валового сбора зерна, который определяется урожайностью и посевными площадями зерновых культур, но и от качества зерна, затрат труда и средств на выполнение технологических операций по возделыванию и уборке зерновых культур и ряда других показателей [8].

Качество семян является важной характеристикой начальных этапов жизненного цикла растений и ему следует уделять пристальное внимание для сохранения и воспроизводимости генома сорта или гибрида от поколения к поколению. Семена высокого качества обеспечивают также стартовый потенциал для наиболее оптимального формирования продуктивности и устойчивости растений. В свою очередь, качество семян определяется, начиная с их формирования на материнском растении и заканчивая посевом. Одним из важнейших посевных показателей является всхожесть семян, как полевая, так и лабораторная [9].

Всхожесть – это способность семян давать нормально развитые проростки за определенный срок, предусмотренный для каждой культуры, при оптимальных условиях проращивания. Процент всхожести устанавливают отношением нормально проросших семян к общему их количеству, взятому для проращивания [10].

На полевую всхожесть семян влияют многочисленные экологические факторы: условия формирования семян, плотность почвы, крупность и первоначальная всхожесть семян, температура воздуха и почвы при проращении семян и другие,

которые не всегда находятся в оптимуме для формирования всходов [11].

Таким образом, правильный выбор способа закладки семян играет важную роль в достижении высоких показателей всхожести, качественного роста и развития растений и, как следствие, получения высокого и стабильного урожая зерновых культур.

Цель исследований – провести сравнительный анализ способов закладки зерновых культур для определения всхожести семян.

Материалы и методика исследований. Для подбора оптимальной методики по закладке семян для определения лабораторной всхожести выбраны образцы зерновых культур (урожай 2025 г.): яровой овес сортов Дальневосточный Золотой и Маршал; яровая пшеница сортов Анфея и Далира; яровая тритикале сорта Ученик и селекционной линии Т-28; яровой ячмень сортов Муссон и Хабаровский.

Погодные условия в период выращивания растений зерновых культур оказывали существенное влияние при получении качественного семенного материала, пригодного для посева (табл. 1).

Для роста и развития большинства зерновых культур погодные условия сложились благоприятно, однако для сорта ячменя Хабаровский – крайне неблагоприятно, что привело к снижению лабораторной всхожести его семян. За период с мая по июль количество выпавших осадков было на 16 % больше среднеемноголетних значений, а сумма активных температур – на 4 % выше климатической нормы. В целом гидротермический коэффициент в период вегетации растений (май – июль) незначительно отличался от нормы, при этом существенное переувлажнение отмечали в мае, когда данный коэффициент был на 29 % выше среднеемноголетних значений.

Определение лабораторной всхожести семян проводили в соответствии с ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Применяли два основных метода проращивания семян: на бумаге (рулонный метод) и на ложе из песка.

Методика закладки семян в рулонах. На двух слоях увлажненной бумаги разме-

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетации (май – июль)

Table 1 – Meteorological conditions of the growing season (May – July)

Период	Количество выпавших осадков, мм		Сумма активных температур, °С		Гидротермический коэффициент	
	факт	норма	факт	норма	факт	норма
Май	91	69	406,1	399,9	2,2	1,7
Июнь	78	83	600,0	540,0	1,3	1,5
Июль	166	137	663,4	663,4	2,5	2,0
Май – июль	335	289	1 669,5	1 603,3	2,0	1,8
Отклонение от среднегодового значения	+46		+66,2		+0,2	

ром 10×100 см (± 2 см) раскладывали одну пробу семян зародышами вниз по линии, проведенной на расстоянии 2–3 см от верхнего края листа. Сверху семена накрывали полоской увлажненной бумаги такого же размера, затем полосы неплотно сворачивали в рулон и помещали в вертикальном положении в растильню.

Методика закладки семян на ложе из песка. Растильни на 50 % наполняли увлажненным песком и разравнивали. Семена равномерно распределяли и трамбовкой вдавливали в песок на глубину, равную их толщине.

Опыт проводили в 4-кратной повторности. Лабораторную всхожесть семян определяли на 7 день, измеряя длину ростков и корней (от 0,5 см и более) у каждого проростка.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с применением программы Statistica 10.

Результаты исследований и их обсуждение. Оценка и учет количества проросших семян зерновых культур показывают преимущество метода проращивания на песке над рулонным методом закладки семян. Практически у всех изученных образцов количество проросших семян на песке было выше по сравнению с использованием бумажных рулонов на 1–25 шт. (табл. 2). Только у сорта пшеницы Анфея отмечали снижение всхожести семян на песке на 3 % в сравнении с всхожестью в рулоне.

Показатели всхожести могут находиться в одних диапазонах, однако качественные характеристики проростков

при этом значительно отличаться. Поэтому подсчет количества проросших семян недостаточен для полноценной оценки качества семян. Дополнительный анализ морфологических признаков показывает важную информацию о способности семян формировать здоровые растения.

Различия в лабораторной всхожести и морфологических характеристиках проростков зерновых культур при использовании разных методов проращивания обусловлены различиями в физических свойствах субстратов и создаваемых ими условиях для роста. Ключевой фактор, объясняющий превосходство метода на песке для большинства культур – аэрация и газообмен. Песок обладает пористой структурой, которая обеспечивает постоянный приток кислорода к семенам и развивающимся корням, в рулоне же создаются условия с ограниченным доступом воздуха. Таким образом, на песке формируется более мощная корневая система, а в рулоне корни часто повреждены и деформированы.

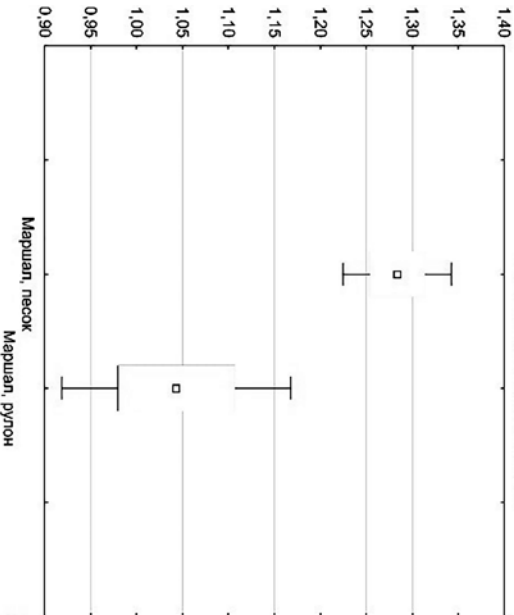
При разных способах закладки семян наблюдали значительное отличие в длине ростков и корней у зерновых культур. Наиболее высокие показатели были отмечены при проращивании семян на песке, при этом длина ростков отличалась между культурами и сортами. У яровых овса и тритикале установлена наибольшая длина ростков, которая составила 10,0–11,1 см и 12,3–12,8 см соответственно.

Для комплексной оценки качества проростков рассчитывали интегральный показатель – индекс длины корней (ИДК). Отмечено, что у зерновых культур индекс

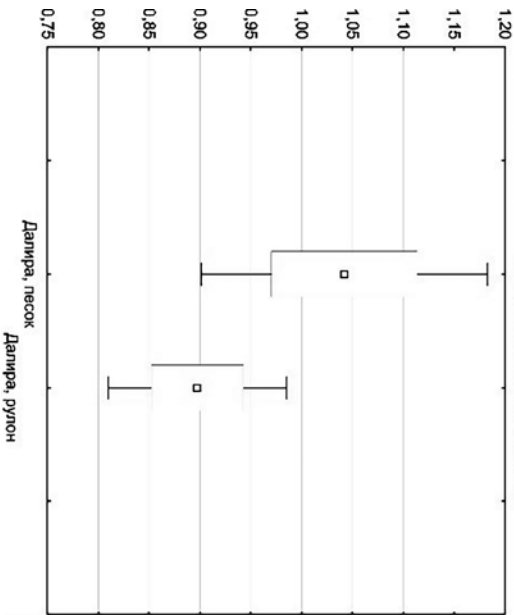
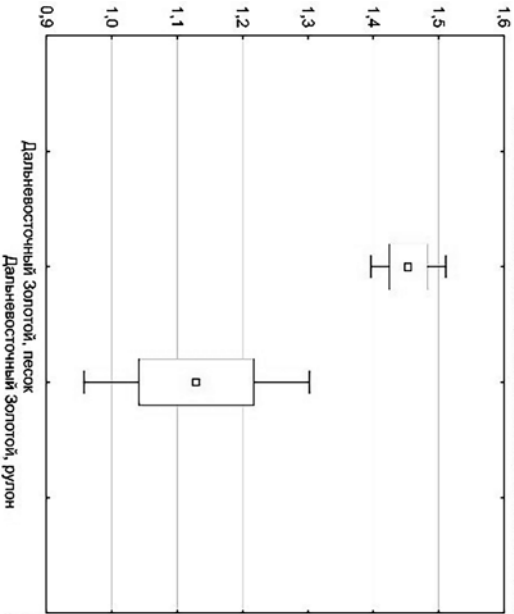
Таблица 2 – Лабораторная всхожесть и морфологические параметры проростков зерновых культур

Table 2 – Laboratory germination and morphological parameters of grain crop seedlings

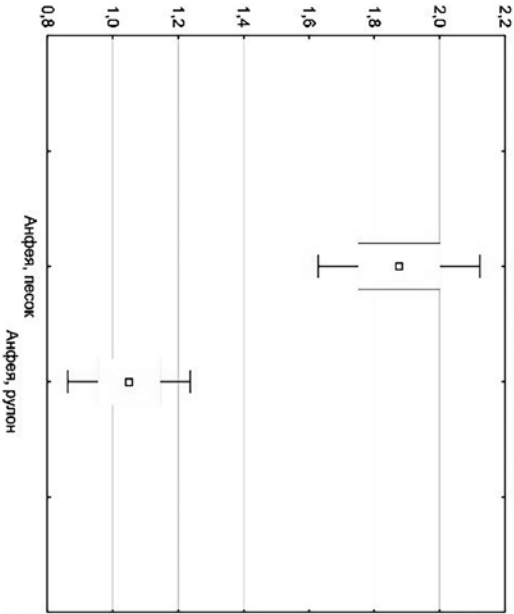
Культура, сорт	Повторность	Песок			Рулон		
		длина ростка, см	длина корня, см	всхожесть, %	длина ростка, см	длина корня, см	всхожесть, %
Овес, Маршал	I	9,8±4,5	13,5±3,1	96	8,7±4,4	9,0±2,7	92
	II	11,0±4,0	14,4±2,4	98	7,9±5,1	8,9±3,6	90
	III	12,9±1,9	14,7±2,8	98	8,9±4,6	9,3±3,0	90
	IV	10,8±4,5	13,5±3,1	100	9,3±4,7	9,3±2,8	84
	среднее	11,1±3,7	14,0±2,9	98	8,7±4,7	9,1±3,0	89
Овес, Дальневосточ- ный Золотой	I	10,9±3,2	14,0±3,7	98	7,8±4,8	9,5±3,3	82
	II	9,3±3,8	14,0±2,4	100	9,1±3,8	11,0±2,7	76
	III	11,2±2,9	14,4±2,1	100	8,5±4,6	9,9±2,8	86
	IV	8,8±5,2	14,8±4,4	97	8,6±4,5	9,8±3,3	80
	среднее	10,0±2,0	14,3±2,0	99	8,5±4,4	10,1±3,0	81
Пшеница, Анфeya	I	6,9±4,2	11,9±3,5	90	7,0±2,4	7,3±2,5	94
	II	8,7±3,5	14,1±2,5	96	6,7±2,2	7,4±2,2	94
	III	7,9±3,3	13,6±2,4	94	7,5±3,1	7,9±3,2	100
	IV	8,0±3,9	13,8±3,1	92	8,0±2,7	6,2±1,9	96
	среднее	7,9±3,7	13,3±2,9	93	7,3±2,6	7,2±2,4	96
Пшеница, Далира	I	13,2±5,1	13,2±2,9	94	13,4±4,9	13,0±2,8	86
	II	12,5±5,9	12,6±2,8	88	13,0±5,2	12,2±2,9	90
	III	12,0±5,2	12,7±4,1	96	13,7±4,2	13,3±2,3	02
	IV	11,6±6,4	13,3±3,7	96	14,3±4,7	12,8±2,7	90
	среднее	12,3±5,7	12,9±3,4	94	13,6±4,7	12,8±2,7	90
Тритикале, Ученик	I	12,9±3,4	16,4±4,8	88	7,5±2,9	11,0±3,4	84
	II	12,3±4,3	16,3±5,5	94	6,2±3,6	9,9±5,1	80
	III	12,4±3,8	15,8±4,3	82	7,5±2,8	11,3±3,7	76
	IV	13,6±2,9	16,3±3,1	86	6,2±2,7	9,2±3,4	84
	среднее	12,8±3,6	16,2±4,4	88	6,9±3,0	10,3±3,9	81
Тритикале, Т-28	I	7,6±2,9	13,1±2,8	88	5,6±2,3	11,6±4,6	90
	II	9,4±3,3	14,3±4,4	90	5,4±1,8	10,8±3,4	96
	III	9,5±2,9	15,3±3,0	96	5,3±2,1	9,9±3,8	86
	IV	9,1±2,8	15,1±3,3	90	5,8±1,8	11,3±2,7	86
	среднее	8,9±3,0	14,5±3,4	91	5,6±2,0	10,9±3,6	90
Ячмень, Муссон	I	8,6±2,0	15,9±3,0	100	5,3±1,8	10,2±3,4	88
	II	8,5±2,2	16,1±3,4	96	4,9±1,9	10,6±3,7	86
	III	8,9±1,6	16,3±2,6	98	5,6±1,4	11,3±2,8	96
	IV	8,8±1,6	15,9±2,1	98	5,2±1,3	10,2±2,6	90
	среднее	8,7±1,9	16,0±2,8	98	5,3±1,6	10,6±3,1	88
Ячмень, Хабаровский	I	7,2±3,0	11,2±6,2	80	5,4±2,2	7,6±4,3	58
	II	8,1±3,4	11,9±7,0	84	5,1±2,1	6,9±4,5	72
	III	8,3±2,8	12,5±5,3	70	4,7±2,2	6,3±4,5	26
	IV	9,0±2,9	12,7±4,9	65	6,2±2,2	7,1±3,5	42
	среднее	8,2±3,0	12,1±5,8	75	5,3±2,1	7,0±4,2	50



яровой овес (spring oats)



яровая пшеница (spring wheat)



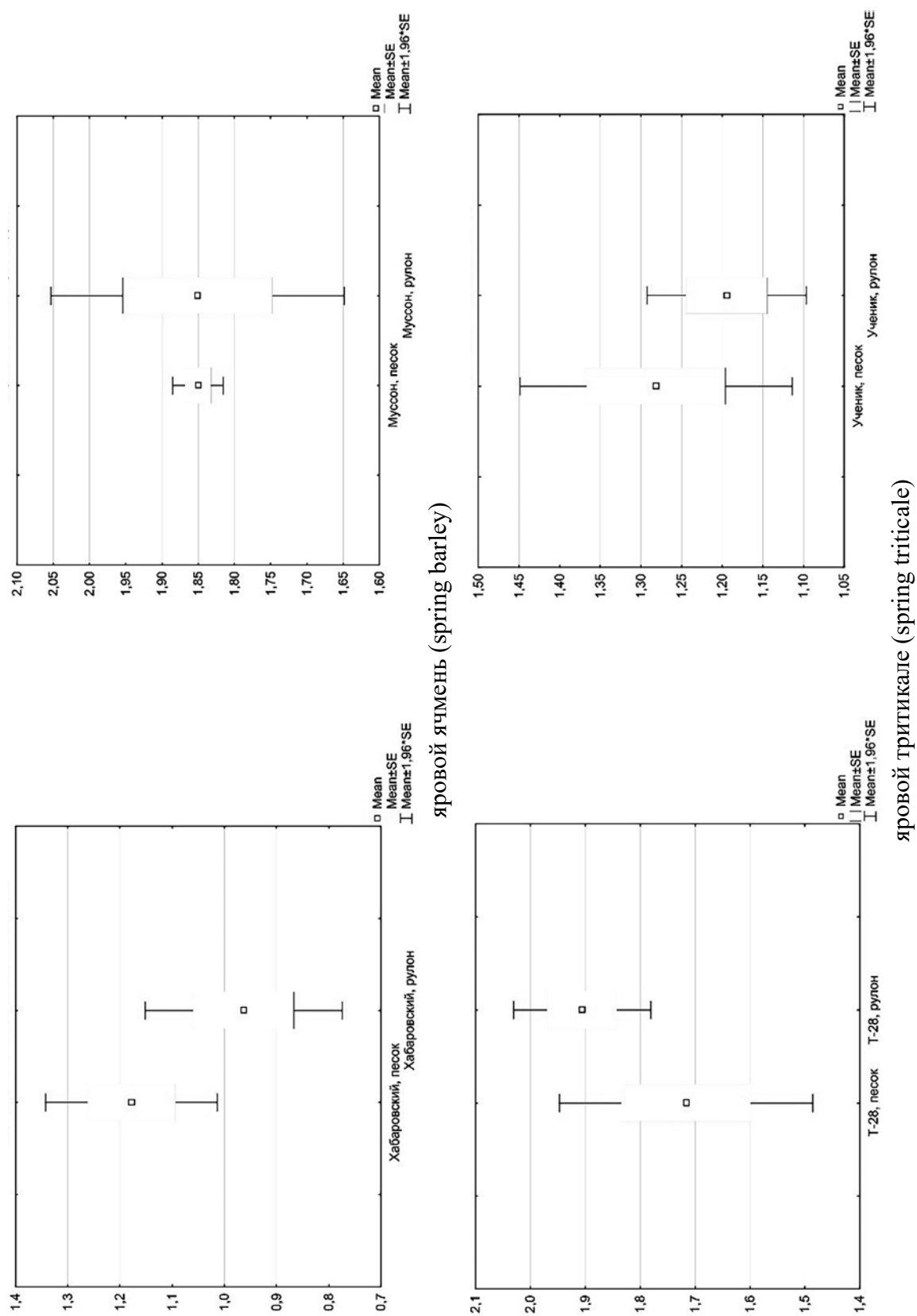


Рисунок 1 – Диаграмма размаха индекса длины корней зерновой культуры в зависимости от методов закладки семян
Figure 1 – Range diagram of the root length index of grain crop depending on seeding methods

длины корней в среднем существенно отличался в зависимости от способа закладки семян:

у овса на песке индекс соответствовал 1,3–1,5 ед., в рулоне – 1,0–1,3 ед.;

у пшеницы на песке индекс составил 1,0–1,9 ед., в рулоне – 0,9–1,1 ед.;

у тритикале на песке индекс оказался равным 1,3–1,7 ед., в рулоне – 1,2–1,9 ед.;

у ячменя на песке индекс составил 1,2–1,9 ед., в рулоне – 1,0–1,9 ед.

По результатам расчетов проведен статистический анализ для сравнения средних зависимых выборок при количественной изменчивости проростков зерновых культур.

Результаты статистического анализа ($t_{\phi} > t_{05}$, $p < 0,05$) и диаграммы размаха (границы доверительных интервалов не пересекаются) с вероятностью 95 % свидетельствуют о том, что способ закладки семян сорта овса Дальневосточный Золотой ($t_{\phi} = 3,43$; $t_{05} = 2,02$) и сорта Маршал ($t_{\phi} = 3,77$; $t_{05} = 2,02$) на песке существенно лучше, чем в рулонах (рис. 1). Таким образом, независимо от выбора сорта для определения лабораторной всхожести ярового овса рекомендуется способ закладки семян на песке.

В результате статистического анализа установлено, что у сорта пшеницы Анфея ($t_{\phi} = 5,51$; $t_{05} = 2,02$) и сорта ячменя Хабаровский ($t_{\phi} = 3,00$; $t_{05} = 2,02$) лабораторная всхожесть была значительно выше на песке, чем в рулонах. Однако у сорта пшеницы Далира ($t_{\phi} = 2,00$; $t_{05} = 2,02$) и сорта ячменя Муссон ($t_{\phi} = -0,01$; $t_{05} = 2,02$) не обнаружено статистически значимых различий между двумя методами проращивания, что показано на рисунке 1. Это объясняется возможным влиянием неблагоприятных факторов, таких как разви-

тие спор грибных заболеваний, которые могут исказить результаты на 20–25 %, влияя в дальнейшем на оценку всей партии семян зерновых культур. Таким образом, использование рулонного метода при определении лабораторной всхожести некоторых сортов пшеницы и ячменя не рекомендуется.

В результате анализа семян тритикале по индексу длины корней отмечено, что фактическое значение критерия Стьюдента у сорта Ученик ($t_{\phi} = 1,19$; $t_{05} = 2,02$) и селекционной линии Т-28 ($t_{\phi} = -1,69$; $t_{05} = 2,02$) ниже табличного значения, что свидетельствует о статистически не значимых различиях между способами закладки семян тритикале (рис. 1). Таким образом, для определения лабораторной всхожести семян тритикале допустимо использование обоих методов закладки семян.

Заключение. Для оптимального определения лабораторной всхожести семян овса рекомендуется способ закладки семян на песке. Для семян тритикале в этих целях можно использовать оба способа закладки семян (на песке и в рулоне). Лабораторная всхожесть у пшеницы и ячменя зависит как от способа закладки семян, так и от особенностей сорта.

В этой связи, несмотря на преимущества проращивания семян на песке, выбор способа должен основываться с учетом характеристики сорта зерновых культур и потенциального риска заражения грибными заболеваниями.

Результаты исследований могут быть применены при определении способов проращивания семян зерновых культур. Агрономам и фермерам следует использовать способ закладки семян на песке, который является более физиологичным для большинства данных культур.

Список источников

1. Грабовец А. И. Проблемы селекции и семеноводства зерновых культур и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 8. С. 10–13. doi: 10.53859/02352451_2022_36_8_10. EDN JNPGAP.
2. Мухитов Л. А., Тимошенкова Т. А. Морфологические и агробιологические признаки сорта яровой мягкой пшеницы Оренбургская юбилейная // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 5. С. 37–41. doi: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-37-41. EDN LLQXUZ.
3. Поползухина Н. А., Поползухин П. В., Гайдар А. А., Паршуткин Ю. Ю., Якунина Н. А., Василевский В. Д. Адаптивные сорта и агротехнологии яровой мягкой

пшеницы для Сибири и Казахстана // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 3. С. 34–43. EDN MTUMJG.

4. Gao H., Wang W., Wang Y., Liang Y. Molecular mechanisms underlying plant architecture and its environmental plasticity in rice // *Molecular Breeding*. 2019. Vol. 39. No. 12. P. 167–169. doi: 10.1007/s11032-019-1076-2.

5. Пай О. А., Фомина М. Н., Иванова Ю. С. Оценка кормовой продуктивности коллекционных образцов овса в условиях Северного Зауралья // *Достижения науки и техники АПК*. 2025. Т. 39. № 2. С. 25–30. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_25. EDN ENQBOQ.

6. Лукина К. А., Шоева О. Ю., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г. Содержание антоцианов в образцах зерновок ячменя и овса из коллекции ВИР // *Биотехнология и селекция растений*. 2021. Т. 4. № 3. С. 5–14. doi: 10.30901/2658-6266-2021-3-о4. EDN YHDVQM.

7. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. The biochemical content of winter triticale varieties in the Volga region of Russia // *Journal of Agricultural and Environment*. 2023. № 12 (40). P. 13. doi: 10.23649/JAE.2023.40.13. EDN JJZMQQ.

8. Ряднов А. И., Арылов Ю. Н. Повышение урожайности яровой пшеницы за счет использования семян с низким уровнем травмирования // *Известия Нижневолжского агрономического комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2022. № 4. С. 45–52. doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-05. EDN PJJQLM.

9. Клименкова И. Н., Квитко В. Е., Аленичева А. Д. Методы определения лабораторной всхожести семян трититригии (*Trititrigia czicini* Tzvelev). Выбор приоритетного способа проращивания // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2024. № 6. С. 26–32. EDN TQZINS.

10. Сыркина Л. Ф., Никонорова Ю. Ю. Сравнительный анализ лабораторного проращивания семян сортов зернового сорго // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки*. 2022. № 1 (1). С. 55–58. doi: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-55-58. EDN ZFVJOQ.

11. Бутковская Л. К., Мудрова В. Е. Влияние первоначальной всхожести на качество семян зерновых культур в условиях Красноярской лесостепи // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова*. 2021. № 6. С. 6–13. doi: 10.34655/bgsha.2021.65.4.001. EDN FUCWHV.

References

1. Grabovets A. I. Problems of selection and seed production of grain crops and prospects for scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2022;36;8:10–13. doi: 10.53859/02352451_2022_36_8_10. EDN JNPGAP (in Russ.).

2. Mukhitov L. A., Timoshenkova T. A. Morphological and agrobiological characteristics of the spring soft wheat variety Orenburgskaya yubileinaya. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020;5:37–41. doi: 10.37670/2073-0853-2020-85-5-37-41. EDN LLQXUZ (in Russ.).

3. Popolzukhina N. A., Popolzukhin P. V., Gaidar A. A., Parshutkin Yu. Yu., Yakunina N. A., Vasilevsky V. D. Adaptive varieties and agricultural technologies of spring soft wheat for Siberia and Kazakhstan. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020;3:34–43. EDN MTUMJG (in Russ.).

4. Gao H., Wang W., Wang Y., Liang Y. Molecular mechanisms underlying plant architecture and its environmental plasticity in rice. *Molecular Breeding*, 2019;39;12:167–169. doi: 10.1007/s11032-019-1076-2.

5. Pai O. A., Fomina M. N., Ivanova Yu. S. Evaluation of forage productivity of collection oat samples in the conditions of the Northern Trans-Urals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2025;39;2:25–30. doi: 10.53859/02352451_2025_39_2_25. EDN ENQBOQ (in Russ.).

6. Lukina K. A., Shoeva O. Yu., Kovaleva O. N., Loskutov I. G. Content of anthocyanins in samples of barley and oat grains from the VIR collection. *Biotehnologiya i selektsiya rastenii*, 2021;4;3:5–14. doi: 10.30901/2658-6266-2021-3-о4. EDN YHDVQM (in Russ.).

7. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S. The biochemical content of winter triticale varieties in the Volga region of Russia. *Journal of Agricultural and Environment*, 2023;12 (40):13. doi: 10.23649/JAE.2023.40.13. EDN JJZMQQ.

8. Ryadnov A. I., Arylov Yu. N. Increasing the yield of spring wheat through the use of seeds with a low level of injury. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agronomicheskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2022;4:45–52. doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-05. EDN PJJQLM (in Russ.).

9. Klimenkova I. N., Kvitko V. E., Alenicheva A. D. Methods for determining laboratory germination of triticaria seeds (*Triticaria czicini* Tzvelev). Selection of a priority germination method. *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;6:26–32. EDN TQZINS (in Russ.).

10. Syrkina L. F., Nikonorova Yu. Yu. Comparative analysis of laboratory germination of seeds of grain sorghum varieties. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. Sel'skokhozyaistvennye nauki*, 2022;1(1):55–58. doi: 10.37313/2782-6562-2022-1-1-55-58. EDN ZFVJOQ (in Russ.).

11. Butkovskaya L. K., Mudrova V. E. The influence of initial germination on the quality of grain crop seeds in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii imeni V. R. Filippova*, 2021;6:6–13. doi: 10.34655/bgsha.2021.65.4.001. EDN FUCWHV (in Russ.).

© Зенкина К. В., Асеева Т. А., Федорова С. С., 2026

Статья поступила в редакцию 28.03.2026; одобрена после рецензирования 04.06.2026; принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 28.03.2026; approved after reviewing 04.06.2026; accepted for publication 05.06.2026.

Информация об авторах

Зенкина Кристина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5774-3580>, Author ID: 960754, polosataya-zebra@mail.ru;

Асеева Татьяна Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8471-0891>, Author ID: 726527, aseeva59@mail.ru;

Федорова Светлана Сергеевна, младший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, svetlanafedorova684@gmail.com

Information about authors

Kristina V. Zenkina, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5774-3580>, Author ID: 960754, polosataya-zebra@mail.ru;

Tatiana A. Aseeva, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8471-0891>, Author ID: 726527, aseeva59@mail.ru;

Svetlana S. Fedorova, Junior Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, svetlanafedorova684@gmail.com

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 633.111.1:631.52(571.12)

EDN FYHQIC

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-15-23>

Хозяйственно-ценные признаки биотипов яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная в лесостепи Зауралья

Анастасия Афонасьевна Казак¹, Ульяна Александровна Ракитина²,
Галина Васильевна Тоболова³, Сергей Николаевич Ященко⁴

^{1, 2, 3, 4} Тюменский государственный университет, Тюменская область, Тюмень, Россия

¹ kazaknastinka@rambler.ru

Аннотация. Исследовано семь биотипов яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная, выделенных методом электрофореза глина. Цель работы заключалась в оценке их продуктивности и качества зерна для последующего использования в первичном семеноводстве. Полевые опыты проведены в 2023 г. на опытном поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья, расположенном в лесостепной зоне Тюменской области. Почва участка – чернозем выщелоченный. Метеорологические условия года характеризовались как среднезасушливые с гидротермическим коэффициентом, составившим 0,69. Установлено, что все изучаемые биотипы относятся к среднеспелой группе с продолжительностью вегетационного периода 87 суток. Выявлена существенная дифференциация биотипов по продуктивности и качеству. Наибольшая урожайность сформирована биотипами 4 (2,90 т/га) и 5 (2,86 т/га). Максимальная масса 1 000 зерен отмечена у биотипов 3 (38,03 г) и 4 (37,34 г). По содержанию белка и клейковины выделились биотипы 1 (18,37 % и 41,35 %) и 2 (18,17 % и 41,09 %), которые соответствуют требованиям, предъявляемым к сильной пшенице. Показана обратная зависимость между урожайностью и качеством зерна у изученных биотипов. Результаты подтверждают необходимость поддержания биотипного состава для сохранения генетической структуры и стабильности хозяйственно ценных признаков сорта. Выделенные биотипы рекомендованы для дальнейшего использования в селекционном процессе и первичном семеноводстве.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., сорт Тюменская юбилейная, биотип, глина, урожайность, масса 1 000 зерен, содержание белка, клейковина, семеноводство

Для цитирования: Казак А. А., Ракитина У. А., Тоболова Г. В., Ященко С. Н. Хозяйственно-ценные признаки биотипов яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная в лесостепи Зауралья // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 15–23. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-15-23>.

Original article

Economically valuable traits of biotypes of spring soft wheat Tyumenskaya yubileinaya in the forest-steppe of the Trans-Urals

Anastasia A. Kazak¹, Ulyana A. Rakitina²,
Galina V. Tobolova³, Sergey N. Yashchenko⁴

^{1, 2, 3, 4} University of Tyumen, Tyumen region, Tyumen, Russian Federation

¹ kazaknastinka@rambler.ru

Abstract. Seven biotypes of spring soft wheat variety Tyumenskaya yubileinaya identified by gliadin electrophoresis were studied. The aim of the work was to evaluate their productivity and

grain quality for subsequent use in primary seed production. Field experiments were conducted in 2023 at the experimental field of the Northern Trans-Ural State Agricultural University, located in the forest-steppe zone of the Tyumen region. The soil of the plot was leached chernozem. The meteorological conditions of the year were characterized as moderately arid. It was found that all studied biotypes belong to the mid-ripening group with a growing season duration of 87 days. Significant differentiation of biotypes in productivity and quality was revealed. The highest yield was formed by biotypes 4 (2.90 t/ha) and 5 (2.86 t/ha). The maximum 1,000-grain weight was observed in biotypes 3 (38.03 g) and 4 (37.34 g). In terms of protein and gluten content, biotypes 1 (18.37% and 41.35%) and 2 (18.17% and 41.09%) stood out, meeting the requirements for strong wheat. An inverse relationship between yield and grain quality was shown in the studied biotypes. The results confirm the need to maintain the biotype composition to preserve the genetic structure and stability of economically valuable traits of the variety. The selected biotypes are recommended for further use in the breeding process and primary seed production.

Keywords: *Triticum aestivum* L., variety Tyumenskaya yubileinaya, biotype, gliadin, yield, 1,000-grain weight, protein content, gluten, seed production

For citation: Kazak A. A., Rakitina U. A., Tobolova G. V., Yashchenko S. N. Economically valuable traits of biotypes of spring soft wheat Tyumenskaya yubileinaya in the forest-steppe of the Trans-Urals. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:15–23. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-15-23>.

Введение. Яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является основной продовольственной культурой в Тюменской области и Западной Сибири, обеспечивая значительные объемы производства зерна [1, 2]. В структуре посевных площадей региона пшеница занимает лидирующее положение, особенно в зонах северной и южной лесостепи, где сосредоточено около 60 % всех посевов [2]. Успешное решение задачи по увеличению валовых сборов высококачественного зерна невозможно без использования новых высокопродуктивных сортов с улучшенными технологическими свойствами, а также без совершенствования системы семеноводства существующих сортов [3].

Современные сорта сельскохозяйственных культур представляют собой сложные популяции, состоящие из биотипов – генетически различных групп растений, которые могут различаться по морфологическим, физиологическим и хозяйственно ценным признакам [4, 5].

Изучение биотипного состава сорта имеет фундаментальное значение для первичного семеноводства, так как позволяет поддерживать генетическую чистоту, типичность и продуктивность оригинальных семян. Изменение соотношения биотипов в процессе репродуцирования может приводить к снижению урожайности и ухуд-

шению качества зерна, что неоднократно отмечалось в исследованиях последних лет [4, 6].

Метод электрофореза запасных белков (глиадина) является высокоэффективным инструментом для идентификации биотипов и контроля генетической структуры сорта. Глиадин, будучи первичным продуктом генов, обладает высокой стабильностью и полиморфизмом, что позволяет надежно различать биотипы даже в пределах одного сорта.

Как отмечает Г. В. Тоболова с соавторами, аллельный состав глиадинкодирующих локусов может служить надежным маркером при оценке сортовой чистоты и проведении отбора в первичном семеноводстве [5, 6].

В зарубежной селекционной практике также уделяется большое внимание изучению внутрисортного полиморфизма. Исследования, проведенные в Казахстане и Беларуси, подтверждают, что поддержание оптимального биотипного состава позволяет стабилизировать урожайность по годам и повысить адаптивность сортов к стрессовым факторам среды. При этом в условиях Западной Сибири, характеризующихся коротким вегетационным периодом и частыми засухами, проблема сохранения генетической структуры сортов стоит особенно остро [7, 8].

Сорт яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная, допущенный к использованию по Западно-Сибирскому региону, характеризуется стабильной урожайностью и высокими адаптивными свойствами. Он широко возделывается в лесостепной зоне Тюменской области и пользуется спросом у товаропроизводителей. Однако его биотипный состав и вклад отдельных биотипов в формирование продуктивности и качества зерна изучены недостаточно.

Предварительные исследования, проведенные на кафедре биотехнологии и селекции Государственного аграрного университета Северного Зауралья, а затем продолженные в Тюменском государственном университете, показали наличие нескольких биотипов в структуре сорта, различающихся по аллельному составу глиадина [7]. Для эффективного ведения первичного семеноводства необходима комплексная оценка этих биотипов по хозяйственно-ценным признакам в конкретных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – изучить урожайность и показатели качества зерна различных биотипов яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная в лесостепной зоне Тюменской области для последующего использования в селекционном процессе и первичном семеноводстве.

Задачи исследования включали: установление продолжительности вегетационного периода выделенных биотипов; проведение сравнительной оценки их урожайности и массы 1 000 зерен; определение содержания белка и количества сырой

клейковины в зерне; на основе полученных данных выделение перспективных биотипов для дальнейшего использования в селекционном процессе и первичном семеноводстве.

Материалы, условия проведения и методы исследований. Полевые исследования проводились в 2023 г. в западной части лесостепной зоны Тюменской области на опытном поле Агротехнологического института Государственного аграрного университета Северного Зауралья. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистый, характеризующийся высоким потенциальным плодородием (содержание гумуса в пахотном слое 7,6–9,0 %).

Метеорологические условия вегетационного периода 2023 г. отличались неравномерностью. На рисунке 1 представлены данные температурного режима в год исследования в сравнении со средними многолетними. Среднемесячные температуры воздуха с мая по сентябрь превышали средние многолетние показатели, за исключением июня, когда фактическое значение (15,9 °C) практически совпало с нормой (16,0 °C). Наибольшее отклонение от средних многолетних значений наблюдалось в июле (22,1 °C против 18,6 °C) и августе (16,8 °C против 14,9 °C), что свидетельствует о более теплом летнем периоде по сравнению с климатической нормой.

На рисунке 2 отражены данные по сумме осадков в сравнении со средними многолетними данными в период вегетации 2023 г. Распределение осадков с мая по сентябрь существенно отклонялось от

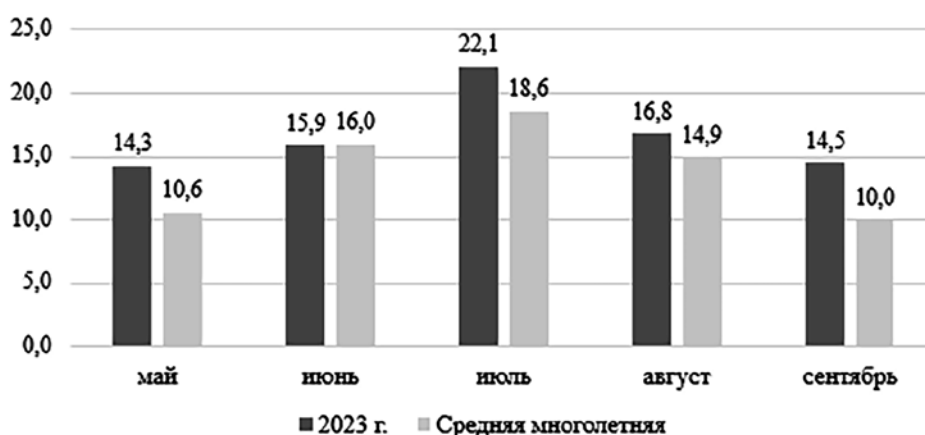


Рисунок 1 – Температурный режим лесостепной зоны Тюменской области, °C
Figure 1 – Temperature regime of the forest-steppe zone of the Tyumen region, °C

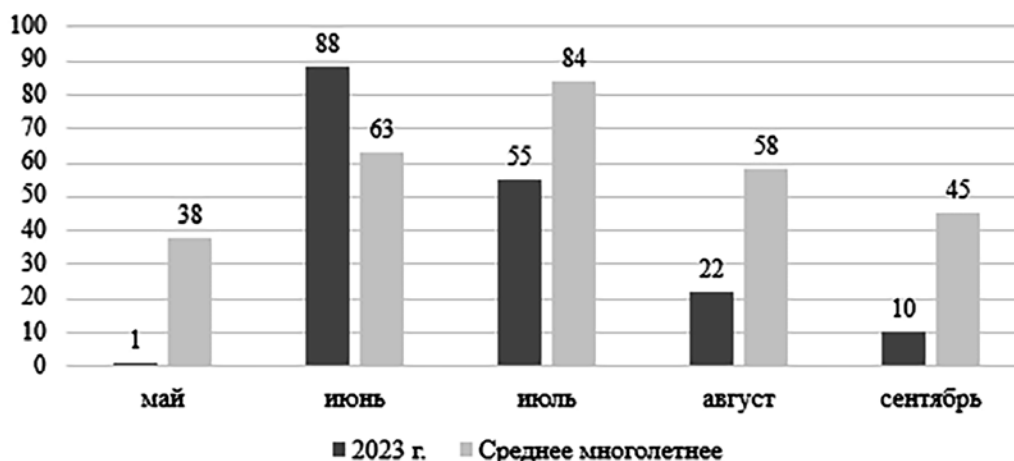


Рисунок 2 – Сумма осадков в лесостепной зоне Тюменской области, мм
Figure 2 – Precipitation in the forest-steppe zone of the Tyumen region, mm

климатической нормы: май (1 мм против 38 мм) и август (22 мм против 58 мм) были аномально засушливыми, тогда как июнь, наоборот, оказался более влажным (88 мм против 63 мм). При этом в июле и сентябре также наблюдался дефицит осадков по сравнению со средними многолетними показателями (55 мм против 84 мм и 10 мм против 45 мм соответственно).

Гидротермический коэффициент в год проведения исследований составил 0,69, что характеризует данный период как средnezасушливый.

Объектом исследований служили семь биотипов (1, 2, 3, 4, 5, 6, 17) яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная. Данные биотипы были выделены ранее в лабораторных условиях методом электрофореза глина на основе анализа 1 500 семей. Отбор проводился по принципу частоты встречаемости и гомозиготности аллельного состава глиадинокодирующих локусов. Для полевого изучения в 2023 г. было отобрано 140 семей, распределенных по биотипам: биотип 1 – 41 семья, биотип 2 – 7, биотип 3 – 16, биотип 4 – 34, биотип 5 – 10, биотип 6 – 10, биотип 17 – 22 семьи.

Питомник изучения был заложен по типу контрольного сортоиспытания согласно методике Государственного сортоиспытания [9]. Размещение делянок рендомизированное, повторность трехкратная. Общая площадь делянки составила 11,25 м², учетная – 10 м². Агротехника в опыте – общепринятая для зоны. Посев проведен в ранний срок (5 мая) сеялкой

ССФК-10. Уборка урожая выполнена поделочно комбайном СК-100.

Проводились фенологические наблюдения. Урожайность учитывали и приводили к 14 % влажности и 100 % чистоте. В лабораторных условиях определяли массу 1 000 зерен, а также содержание белка и количество клейковины в зерне с использованием прибора Инфралюм ФТ-12.

Математическая обработка данных выполнена по методике Б. А. Доспехова [8] с помощью табличного процессора Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате фенологических наблюдений установлено, что все изучаемые биотипы яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная по длине вегетационного периода (от всходов до полной спелости) относились к среднеспелой группе. Продолжительность периода вегетации составила 87 суток, что соответствует биологическим особенностям исходного сорта.

Анализ урожайности биотипов выявил существенные различия между ними (табл. 1). Средняя урожайность по биотипам варьировала от 1,63 до 2,90 т/га. Наиболее продуктивными в условиях 2023 г. оказались биотипы 4 и 5, сформировавшие урожайность 2,90 и 2,86 т/га соответственно, что достоверно выше, чем у биотипов 1 и 2. Наименьшая урожайность отмечена у биотипа 1 и биотипа 2 (1,63 и 1,93 т/га соответственно). Высокий размах вариации признака внутри биотипов (например, у биотипа 6 от 1,48 до 3,87 т/га) свиде-

Таблица 1 – Урожайность биотипов яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная, 2023 г.**Table 1 – Yield of biotypes of spring soft wheat variety Tyumenskaya yubileinaya, 2023**

Номер биотипа	Урожайность, т/га	НСР ₀₅	Размах вариации, т/га
1	1,63	0,27	1,11–2,14
2	1,93	0,35	1,52–2,36
3	2,59	0,30	1,93–3,18
4	2,90	0,25	2,36–3,32
5	2,86	0,30	2,50–3,41
6	2,81	0,88	1,48–3,87
17	2,77	0,32	2,49–3,88

тельствует о наличии генотипических различий между семьями внутри биотипов и указывает на потенциал для проведения дальнейшего отбора.

В среднем по биотипам показатель массы 1 000 зерен варьировал от 32,27 г (биотип 1) до 38,03 г (биотип 3) (табл. 2). Наибольшую крупность зерна продемонстрировали биотипы 3 и 4 (38,03 и 37,34 г соответственно). Самая высокая вариабельность по данному признаку наблюдалась у

биотипа 4 (от 19,46 до 45,68 г), что говорит о неоднородности семей внутри этого биотипа и дает возможность для отбора лучших форм.

По содержанию белка (табл. 3) наиболее ценными оказались биотипы 1 и 2, средние значения по которым составили 18,37 % и 18,17 % соответственно, что отвечает критериям ценного и сильного зерна. Отдельные семьи в этих биотипах достигали содержания белка до 19,88 %.

Таблица 2 – Масса 1 000 зерен биотипов яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная, 2023 г.**Table 2 – 1,000-grain weight of biotypes of spring soft wheat variety Tyumenskaya yubileinaya, 2023**

Номер биотипа	Масса 1 000 зерен, г	НСР ₀₅	Размах вариации, г
1	32,27	3,92	25,80–41,05
2	34,62	2,72	32,07–38,11
3	38,03	3,71	29,56–43,59
4	37,34	5,31	19,46–45,68
5	36,34	3,26	32,05–44,52
6	35,22	4,92	27,20–40,08
17	36,53	1,73	32,60–39,39

Таблица 3 – Показатели качества зерна биотипов яровой мягкой пшеницы сорта Тюменская юбилейная, 2023 г.**Table 3 – Grain quality indicators of biotypes of spring soft wheat variety Tyumenskaya yubileinaya, 2023**

Номер биотипа	Содержание белка, %	Количество клейковины, %
1	18,37	41,35
2	18,17	41,09
3	15,98	33,64
4	16,37	34,40
5	16,23	34,28
6	17,31	38,07
17	16,21	34,22

Биотипы 3, 4, 5, 6 и 17 сформировали зерно со средним содержанием белка в пределах от 15,98 до 17,31 %.

Аналогичная закономерность прослеживалась и по количеству клейковины (табл. 3). Все изучаемые образцы соответствовали требованиям, предъявляемым к сильной пшенице (с содержанием клейковины выше 28 %). Максимальные значения отмечены у биотипов 1 (41,35 %) и 2 (41,09 %), что коррелирует с высоким содержанием белка.

Полученные в ходе исследований результаты согласуются с данными других исследований продуктивности и качества зерна сорта Тюменская юбилейная и других сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Тюменской области. По данным А. А. Казак с соавторами (2021), средняя урожайность сорта Тюменская юбилейная в конкурсном сортоиспытании за последние годы составляла 2,4–2,8 т/га, что сопоставимо с показателями наиболее продуктивных биотипов 4 и 5 в нашем опыте (2,86–2,90 т/га). Выделение биотипов с урожайностью выше среднесортového уровня (до 3,88 т/га у отдельных семей биотипа 17) свидетельствует о наличии внутрисортového резерва для повышения продуктивности при проведении направленного отбора.

Максимальные значения показателя массы 1 000 зерен (38,03 г), выявленные у биотипов 3 и 4, превышают среднепоголетные показатели, характерные для сорта Тюменская юбилейная (34–36 г), что отмечалось ранее в исследованиях, проведенных Р. И. Белкиной с соавторами (2023). Это указывает на перспективность использования данных биотипов в селекции на крупность зерна [2].

Высокие показатели качества зерна у биотипов 1 и 2 (содержание белка до 18,37 %, клейковины до 41,35 %) представляют значительный интерес для селекции на улучшение технологических свойств.

По данным исследований Г. В. Тоболовой и Т. К. Федорук (2021), содержание белка в зерне сорта Тюменская юбилейная в различные годы колеблется от 14,5 % до 17,2 % [6]. Выявленные нами биотипы существенно превосходят эти значения, что позволяет отнести их к категории «сильная пшеница» и рекомендовать для использо-

вания в программах по созданию сортов с высоким качеством зерна. Аналогичная закономерность отмечена также Н. В. Зобовой с соавторами (2018) при изучении биотипного состава сортов сибирской селекции, где также наблюдалась дифференциация биотипов по содержанию белка и клейковины [7].

Выявленная в нашем исследовании обратная зависимость между урожайностью и качеством зерна подтверждает известное в селекции положение о сложности совмещения в одном генотипе высокой продуктивности и высокого содержания белка. Тем не менее, наличие внутри биотипов 6 и 17 семей, сочетающих относительно высокую урожайность (до 3,87–3,88 т/га) с хорошими показателями качества (белок до 19,67 %, клейковина до 45,6 %), дает основание для оптимистичных прогнозов относительно возможности преодоления этой отрицательной корреляции путем отбора в пределах сорта.

Таким образом, между биотипами сорта Тюменская юбилейная наблюдается обратная зависимость между урожайностью и качеством зерна. Наиболее урожайные биотипы (4 и 5) характеризуются средними показателями белка и клейковины, тогда как менее продуктивные биотипы (1 и 2) формируют зерно с более высокими технологическими свойствами. Это необходимо учитывать при планировании семеноводческой работы и производства товарного зерна различного целевого назначения.

Заключение. В результате проведенного исследования установлено, что сорт яровой мягкой пшеницы Тюменская юбилейная представлен биотипами, существенно различающимися по продуктивности и качеству зерна в условиях лесостепной зоны Тюменской области.

Все изученные биотипы относятся к среднеспелой группе с вегетационным периодом 87 суток.

По урожайности выделились биотипы 4 (2,90 т/га) и 5 (2,86 т/га).

Наибольшую массу 1 000 зерен сформировали биотипы 3 (38,03 г) и 4 (37,34 г).

По комплексу показателей качества зерна (содержание белка и клейковины) наиболее ценными являются биотипы 1 (18,37 % и 41,35 %) и 2 (18,17 % и 41,09 %).

Полученные данные подтверждают важность поддержания биотипного состава сорта в процессе первичного семеноводства для сохранения его генетической структуры и стабильности хозяйственно ценных признаков. Выделенные семьи будут использованы в дальнейшем селекционном процессе.

Полученные результаты имеют непосредственное практическое значение для ведения первичного семеноводства сорта Тюменская юбилейная. *Выделенные биотипы будут использованы в схеме первичного семеноводства следующим образом:*

Биотипы 4 и 5, характеризующиеся максимальным уровнем урожайности (2,86–2,90 т/га), рекомендуются использовать в качестве исходного материала для поддержания и размножения семян с высокой продуктивностью. Отобранные в пределах этих биотипов лучшие семьи (с урожайностью 3,32–3,41 т/га) будут заложены в питомник отбора первого года для дальнейшего изучения и размножения.

Биотипы 1 и 2, сформировавшие зерно с высоким содержанием белка (до 18,37 %) и клейковины (до 41,35 %), представляют ценность для поддержания технологических качеств сорта. Семьи из этих биотипов будут включены в программу поддержания генетической коллекции сорта, а также могут быть использованы при создании улучшенных репродукций

для производства высококачественного продовольственного зерна.

Биотипы 3 и 4, отличающиеся повышенной массой 1 000 зерен (до 38,03 г), будут задействованы в селекционном процессе для улучшения крупности зерна как при внутрисортном отборе, так и в гибридизации.

Биотипы 6 и 17, показавшие наличие семей с комплексом ценных признаков (сочетание относительно высокой урожайности с хорошим качеством зерна), подлежат детальному изучению в питомниках следующего года. Из каждого биотипа отобрано по шесть лучших семей, которые будут высеяны в 2024 г. в контрольном питомнике для подтверждения стабильности проявления хозяйственно-ценных признаков.

Таким образом, дифференцированный подход к использованию биотипов в первичном семеноводстве позволит не только поддерживать генетическую чистоту сорта Тюменская юбилейная, но и целенаправленно улучшать отдельные его признаки (продуктивность, качество зерна, крупность), а также предотвращать нежелательные сдвиги в биотипном составе при длительном репродуцировании. Это будет способствовать сохранению стабильности урожая и качества товарного зерна в условиях лесостепной зоны Тюменской области.

Список источников

1. Казак А. А., Логинов Ю. П., Якубышина Л. И., Яценко С. Н. Селекция и элементы технологии возделывания среднеранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири. Тюмень : Титул, 2021. 323 с. EDN RLXTKB.
2. Белкина Р. И., Боме Н. А., Логинов Ю. П., Казак А. А., Рзаева В. В. Производство продовольственной пшеницы в Северном Зауралье : учебное пособие. Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2023. 104 с.
3. Логинов Ю. П., Казак А. А., Юдин А. А. Сортные ресурсы яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и совершенствование их на перспективу // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 3 (226). С. 18–24. EDN PAOUTL.
4. Браилова И. С., Юрьева Н. И., Белоусова Ю. В. Хозяйственно-биологическая характеристика биотипного состава сортов яровой пшеницы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21. № 4. С. 457–465. doi: 10.18500/1816-9775-2021-21-4-457-465. EDN QNFDHO.
5. Логинов Ю. П., Тоболова Г. В., Казак А. А., Труфанов В. В. Биотипные спектры ярового сорта пшеницы Тюменская 80 // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 2 (225). С. 29–34. EDN OXZISB.
6. Тоболова Г. В., Федорук Т. К. Сопряженность компонентного состава глина с качеством зерна яровой мягкой пшеницы Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (92). С. 31–34. EDN NVXTSH.

7. Зобова Н. В., Богданов В. В., Ибрагимова М. З. Компонентный состав глиадинов сортов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции, отнесенных к разным группам качества зерна // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (141). С. 61–65. EDN VPEOTZ.
8. Миллер С. С., Казак А. А., Демин Е. А., Ященко С. Н., Першаков А. Ю. Влияние норм высева на урожайность яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Тюменской области // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 56–61. EDN TZAUBQ.
9. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1985. 194 с.
10. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN ZJQBUD.

References

1. Kazak A. A., Loginov Yu. P., Yakubyshina L. I., Yashchenko S. N. *Breeding and elements of cultivation technology of mid-early and mid-ripening spring wheat varieties in the forest-steppe of Western Siberia*, Tyumen, Titul, 2021, 323 p. EDN RLXTKB (in Russ.).
2. Belkina R. I., Bome N. A., Loginov Yu. P., Kazak A. A., Rzaeva V. V. *Production of food wheat in the Northern Trans-Urals: textbook*, Tyumen, Gosudarstvennyi agrarnyi universitet Severnogo Zaural'ya, 2023, 104 p. (in Russ.).
3. Loginov Yu. P., Kazak A. A., Yudin A. A. Varietal resources of spring soft wheat in Western Siberia and their improvement for the future. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2012;3(226):18–24. EDN PAOUTL (in Russ.).
4. Brailova I. S., Yurieva N. I., Belousova Yu. V. Economic and biological characteristics of the biotype composition of spring wheat varieties. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya*, 2021;21;4:457–465. doi: 10.18500/1816-9775-2021-21-4-457-465. EDN QNFDHO (in Russ.).
5. Loginov Yu. P., Tobolova G. V., Kazak A. A., Trufanov V. V. Biotype spectra of spring wheat variety Tyumenskaya 80. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2012;2(225):29–34. EDN OXZISB (in Russ.).
6. Tobolova G. V., Fedoruk T. K. Conjugation of gliadin component composition with grain quality of spring soft wheat in the Tyumen region. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021;6(92):31–34. EDN NVXTSH (in Russ.).
7. Zobova N. V., Bogdanov V. V., Ibragimova M. Z. Component composition of gliadins of spring soft wheat varieties of Siberian breeding classified into different grain quality groups. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018;6(141):61–65. EDN VPEOTZ (in Russ.).
8. Miller S. S., Kazak A. A., Demin E. A., Yashchenko S. N., Pershakov A. Yu. Influence of seeding rates on the yield of spring wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Tyumen region. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;2(73): 56–61. EDN TZAUBQ (in Russ.).
9. *Methodology of state variety testing of agricultural crops*, Moscow, Kolos, 1985, 194 p. (in Russ.).
10. Dospekhov B. A. *Methods of field experiment*, Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p. EDN ZJQBUD (in Russ.).

© Казак А. А., Ракитина У. А., Тоболова Г. В., Ященко С. Н., 2026

Статья поступила в редакцию 10.03.2026; одобрена после рецензирования 01.06.2026; принята к публикации 02.06.2026.

The article was submitted 10.03.2026; approved after reviewing 01.06.2026; accepted for publication 02.06.2026.

Информация об авторах

Казак Анастасия Афонасьевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологии и селекции в растениеводстве имени Ю. П. Логинова, Тюменский государственный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, Author ID: 704874, kazaknastenska@rambler.ru;

Ракитина Ульяна Александровна, студент, Тюменский государственный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, Author ID: 704874, rakitina.ua@edu.gausz.ru;

Тоболова Галина Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве имени Ю. П. Логинова, Тюменский государственный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8712-0122>, Author ID: 789658, tg60@mail.ru;

Яценко Сергей Николаевич, старший преподаватель кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве имени Ю. П. Логинова, Тюменский государственный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8017-629X>, Author ID: 893505, yashik1994@inbox.ru

Information about the authors

Anastasia A. Kazak, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biotechnology and Plant Breeding named after Yu. P. Loginov, University of Tyumen, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, Author ID: 704874, kazaknastenska@rambler.ru;

Ulyana A. Rakitina, Student, University of Tyumen, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-3806>, Author ID: 704874, rakitina.ua@edu.gausz.ru;

Galina V. Tobolova, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Plant Breeding named after Yu. P. Loginov, University of Tyumen, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8712-0122>, Author ID: 789658, tg60@mail.ru;

Sergey N. Yashchenko, Senior Lecturer of the Department of Biotechnology and Plant Breeding named after Yu. P. Loginov, University of Tyumen, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8017-629X>, Author ID: 893505, yashik1994@inbox.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 633.854.54

EDN HCQYFL

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-24-32>

Влияние предпосевной обработки семян масличного льна на урожайность различных сортов в Северном Зауралье

Анатолий Юрьевич Першаков¹, Айгера Кенжибаевна Сулейменова²

¹ Тюменский государственный университет, Тюменская область, Тюмень, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур
имени В. С. Пустовойта, Краснодарский край, Краснодар, Россия

¹ pershakov.93@mail.ru, ² Aigera26051978@mail.ru

Аннотация. В период с 2020 по 2023 гг. в Тюменской области (северная лесостепная зона) осуществлены научные изыскания на экспериментальной площадке Государственного аграрного университета Северного Зауралья. Исследования показали, что предпосевная обработка семян благоприятно сказывается на росте и развитии льна. Применение жидкого удобрения Чудозем и комплекса Гидромикс приводило к увеличению количества всходов у различных сортов. Помимо влияния на всхожесть, изучаемые методы предпосевной подготовки семян оказывали положительное воздействие на массу семян, получаемых с одного растения. Самый значительный прирост этого показателя по сравнению с контролем наблюдался у сорта Исилькульский (33,3 %) при использовании удобрения Чудозем. Также было установлено, что обработка семян стимулятором Росток и удобрением Чудозем способствует увеличению массы тысячи семян, что свидетельствует о повышении качества получаемого урожая. Сорта Легур и Исилькульский продемонстрировали более выраженную реакцию на применение стимулятора Росток, показав прирост массы 0,41 и 0,39 г соответственно в сравнении с контрольной группой. При использовании стимулятора Росток и удобрения Чудозем наблюдалось повышение урожайности семян у масличного льна сортов Август и Легур. Наиболее значительное увеличение (23,3 % по сравнению с контролем) было отмечено у сорта Август при использовании стимулятора Росток. Сорта Исилькульский и Сокол показали положительную динамику урожайности в ответ на обработку семян стимулятором Росток с приростом относительно контрольных показателей в 13,4 и 14 % соответственно. При проведении исследований также было установлено положительное влияние предпосевной обработки семян льна на показатели масличности и содержание протеина.

Ключевые слова: лен масличный, сорта, предпосевная обработка семян, урожайность, масличность семян, содержание белка

Для цитирования: Першаков А. Ю., Сулейменова А. К. Влияние предпосевной обработки семян масличного льна на урожайность различных сортов в Северном Зауралье // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 24–32. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-24-32>.

Original article

Influence of pre-sowing treatment of oil flax seeds on the yield of different varieties in the Northern Trans-Urals

Anatoly Yu. Pershakov¹, Aigera K. Suleimenova²

¹ Tyumen State University, Tyumen region, Tyumen, Russian Federation

² All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V. S. Pustovoyt
Krasnodar krai, Krasnodar, Russian Federation

¹ pershakov.93@mail.ru, ² Aigera26051978@mail.ru

Abstract. The authors present the results of research in the period from 2020 to 2023 in the Tyumen region (northern forest-steppe zone) at the experimental site of the State Agrarian University of the Northern Urals. The use of liquid fertilizer Chudozem and the complex Gidromix led to an increase in the number of seedlings in different varieties. The pre-sowing preparation of seeds had a positive effect on the weight of seeds per plant. The most significant increase was observed in the Isilkulsky variety (33.3%) when using the Chudozem fertilizer. The authors found that seed treatment with a Rostok stimulant and Chudozem fertilizer helps to increase the mass of thousands of seeds. The Legur and Isilkulsky varieties showed a more pronounced response to the use of the Rostok stimulant, showing a weight gain of 0.41 and 0.39 g, respectively, compared with the control. When using the stimulator Rostok and fertilizer Chudozem, an increase in seed yield was observed in oilseed flax varieties Avgust and Legur. The most significant increase (23.3% compared to the control) was observed in the Avgust variety when using the Rostok stimulator. The Isilkulsky and Sokol varieties showed positive yield dynamics in response to seed treatment with the Rostok stimulant with an increase relative to the control indicators of 13.4 and 14%, respectively. Studies have also established the positive effect of pre-sowing flax seed treatment on oil content and protein content. Thus, it can be concluded that pre-sowing seed treatment has a beneficial effect on the growth and development of flax.

Keywords: oilseed flax, varieties, pre-sowing seed treatment, crop yield, seed oil content, protein content

For citation: Pershakov A. Yu., Suleimenova A. K. Influence of pre-sowing treatment of oil flax seeds on the yield of different varieties in the Northern Trans-Urals. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:24–32. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-24-32>.

Введение. В мировом сельском хозяйстве наблюдается тенденция к расширению площадей, отводимых под культивацию масличного льна, что обусловлено растущей потребностью в его семенах [1]. Семена льна служат источником ценного технического масла, применяемого в различных сферах производства. Помимо этого, льняное масло востребовано и в пищевой индустрии благодаря своим полезным свойствам, обусловленным высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот, клетчатки и лигнанов.

Биохимический состав семян льна обуславливает их ценность: они содержат до 40 % жиров, до 28 % пищевых волокон и до 21 % белков. Углеводный компонент представлен сахарами, фенольными кислотами, лигнинами и гемицеллюлозой [2].

В последние годы возделывание масличного льна активно расширяется в восточной части России, включая Курганскую, Свердловскую, Челябинскую области и другие регионы.

Активно ведутся научные исследования, посвященные изучению агротехнических приемов возделывания данной культуры, а также выявлению сортов, наиболее приспособленных к различным природно-климатическим условиям [3–11].

Физиологические и экономические характеристики масличного льна, как и прочих масличных растений, обуславливают высокие требования к условиям его произрастания, такие как уровень плодородия почвы, выбор предшественника и другие аспекты агротехники [12].

Состояние посевного материала играет ключевую роль в определении объема и качественных характеристик будущего урожая [13]. В контексте возрастающих экологических требований к агротехнологиям все большую популярность приобретают методы предпосевной обработки семян с использованием микроэлементов, биопрепаратов и регуляторов роста. Данные методы способствуют повышению сопротивляемости растений к неблагоприятным условиям и активизируют процессы роста и развития [14].

В частности, микроэлементы, усваиваемые растениями, оказывают благоприятное воздействие на физиологические и биохимические процессы, происходящие в клетках. Биостимуляторы, в свою очередь, поддерживают оптимальный баланс питательных веществ в растениях, обеспечивают защиту от негативного влияния абиотических факторов и способствуют увеличению урожайности и улучшению

качества сельскохозяйственной продукции [15].

В Среднем Предуралье установлено положительное воздействие различных методов подготовки семян к посеву. Экспериментально исследовалась предпосевная обработка семян масличного льна сорта ВНИИМК 620 с использованием экстрактов ржи, гумата калия, комплексных микроудобрений и защитно-стимулирующих составов. В результате была зафиксирована прибавка к урожаю семян в пределах 6–28 % относительно контрольной группы [16].

Также доказана практическая ценность применения биопрепаратов, таких как Планриз, Альбит, Агат 25 К, и защитно-стимулирующих композиций Амбиола, Мивал-Агро и др. для обработки семенного материала [17].

Однако следует отметить, что в Северном Зауралье вопросы предпосевной подготовки семян масличного льна исследованы в недостаточной мере.

Цель исследований – изучить влияние предварительной обработки семян масличного льна с использованием органо-минерального удобрения Чудозем, комплекса Гидромикс и стимулятора роста Росток на величину урожая и показатели качества полученных семян различных сортов.

Материал и методы исследований. Экспериментальные работы осуществлялись на территории опытного участка Государственного аграрного университета Северного Зауралья в период с 2020 по 2023 гг. Данный участок расположен в северной лесостепной зоне Тюменской области.

Почвенный покров опытного поля представлен выщелоченным черноземом, характеризующимся небольшой мощностью, тяжелосуглинистым составом и преобладанием пылевато-иловатых частиц. Подстилающая порода – карбонатный покровный суглинок, обладающий типичными особенностями, присущими почвам Западной Сибири [18].

Плотность почвенного слоя увеличивается от 1,10 г/см³ в верхней части почвенного профиля до 1,53 г/см³ в его нижней части. В гумусовом горизонте общая пористость составляет 55–56 %. Почва

характеризуется значительным потенциалом плодородия, что создает благоприятные условия для культивирования разнообразных сельскохозяйственных культур.

В качестве предшественника использовались однолетние травы.

Варианты опыта:

1. Контроль (обработка семян водой).
2. Обработка семян стимулятором Росток (0,5 л/т).
3. Обработка семян жидким удобрением «Чудозем № 1 с бором» (далее по тексту – Чудозем) (1 л/т).
4. Обработка семян комплексом Гидромикс (100 г/т).

Стимулятор Росток. Представляет продукт, созданный посредством химической модификации гуминовых веществ, экстрагированных из торфяных отложений. Он обладает выраженным тонизирующим и релаксирующим эффектом. В результате модификации гуминовых кислот происходит значительное повышение их биодоступности и мембранной проницаемости, что способствует более эффективному взаимодействию с клеточными структурами.

Данный препарат оказывает заметное влияние на окислительно-восстановительные процессы в растительных клетках, стимулируя биосинтез протеинов и метаболизм углеводов. Наблюдается повышение жизнеспособности семян на стадии прорастания, активизация формирования корневой системы, а также интенсификация процессов роста и развития вегетативной массы. Также отмечается улучшение качественных характеристик урожая, повышение устойчивости растений к различным патогенам и ускорение прохождения фенологических фаз развития. Норма расхода препарата для обработки семян льна составляет 0,5 л/т.

Чудозем № 1 с бором – высококонцентрированное органо-минеральное удобрение комплексного спектра действия, представляющее инновационный продукт, предназначенный для использования на всех типах почв как в рамках основной агрохимической обработки, так и для обеспечения питательного режима растений. Его эффективность подтверждена при самостоятельном применении и в синергетическом взаимодействии с различными

агрохимическими препаратами, включая протравители семян, гербициды, биологические фунгициды и инсектициды, а также средства защиты сельскохозяйственных культур. Норма расхода препарата для обработки семян льна составляет 1,0 л/т.

Гидромикс – хелатная форма легкоусвояемой смеси микроэлементов. Включает высокоэффективный состав, способствующий интенсификации процесса прорастания семян и повышению их биопотенциала. Данный комплекс микроэлементов оптимизирует физиологические процессы растений, повышая их резистентность к патогенным агентам и стрессовым факторам окружающей среды, особенно на критически важных этапах онтогенеза. Норма расхода препарата для обработки семян льна – 100 г/т.

Экспериментальные исследования были проведены на сортах льна масличного Легур, Август, Исилюльский и Сокол, выведенных на базе Сибирской опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур имени В. С. Пустовойта. Эти сорта характеризуются высокой адаптивностью к экстремальным климатическим условиям Сибирского региона.

Посев масличного льна осуществлялся в конце мая с использованием сеялки ССФК-10. Размер опытного участка составлял 11,25 м². Эксперимент проводился в четырехкратной повторности с рендомизированным размещением делянок. Уборка урожая осуществлялась комбайном TERRION-2010, оснащенным современными техническими средствами для минимизации потерь и обеспечения высокого качества продукции.

Оценка качества семян включала комплексный анализ содержания жиров и протеинов, являющихся ключевыми показателями питательной ценности семян льна масличного. Содержание жира определялось методом ядерного магнитного резонанса на анализаторе АМВ-1006М. Уровень белка оценивался методом Кьельдаля.

Результаты исследований и их обсуждение. В рамках проведенных исследований проанализировано количество всходов различных сортов масличного льна, которое варьировало в диапазоне от 498 до 518 шт/м². Было установлено, что

применение жидкого препарата Чудозем и комплекса Гидромикс оказывало стимулирующее воздействие на прорастание семян, что подтверждается статистически значимым увеличением численности проростков в обработанных группах по сравнению с контрольной. Для сорта Август применение препарата Чудозем и комплекса Гидромикс обеспечило прирост всхожести относительно контроля 7 и 6 шт/м² соответственно. По сорту Легур этот прирост составил 7 и 8 шт/м²; сорту Исилюльский – 8 и 6 шт/м². Сорт Сокол проявил наиболее выраженную отзывчивость на обработку, демонстрируя прирост 16 и 13 шт/м² соответственно.

Особого внимания заслуживает сорт Исилюльский, для которого отмечено значительное повышение выживаемости растений в группе, обработанной стимулятором Росток, достигающее 18 шт/м² относительно контрольного значения.

К периоду уборки выживаемость растений всех исследуемых сортов превышала 90 %, что свидетельствует о высокой устойчивости культур к неблагоприятным факторам окружающей среды. Анализ данных не выявил четкой зависимости влияния различных вариантов обработки на этот параметр, что требует дальнейших исследований для более глубокого понимания механизмов адаптации растений к различным условиям выращивания.

Сорт Август продемонстрировал наибольшую массу зерна с одного растения – от 0,62 до 0,66 г (табл. 1). Для данного сорта зафиксировано положительное влияние обработки семенного материала, выраженное в превышении контрольных значений на 3,2–6,4 %. У сорта Легур выделен вариант с использованием удобрения Чудозем, показавший 0,62 г массы семян с растения, что на 33,3 % выше контрольного показателя. Сорт Исилюльский положительно отреагировал на обработку стимулятором Росток и органоминеральным удобрением Чудозем, превысив контроль на 8,3 % и 5,0 % соответственно. У сорта Сокол наилучшим стал вариант с удобрением Чудозем, обеспечивший превышение контроля на 6,8 %.

Масса 1 000 семян у исследуемых сортов масличного льна находилась в диапазоне 7,10–7,85 г. Наивысший показатель у сорта Август (7,71 г) получен при обра-

Таблица 1 – Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность сортов льна масличного (2020–2023 гг.)**Table 1 – The effect of pre-sowing seed treatment on the productivity of oilseed flax varieties (2020–2023)**

Сорт (фактор А)	Варианты (фактор В)	Масса семян с растения, г	Масса 1 000 семян, г	Урожайность семян, т/га
Август	Контроль	0,62	7,42	1,50
	Росток (0,5 л/т)	0,66	7,46	1,85
	Чудозем (1 л/т)	0,65	7,71	1,75
	Гидромикс (100 г/т)	0,64	7,28	1,60
Легур	Контроль	0,54	7,44	1,65
	Росток (0,5 л/т)	0,56	7,85	1,70
	Чудозем (1 л/т)	0,62	7,50	1,70
	Гидромикс (100 г/т)	0,56	7,39	1,64
Исилькульский	Контроль	0,60	7,45	1,57
	Росток (0,5 л/т)	0,65	7,84	1,78
	Чудозем (1 л/т)	0,63	7,60	1,66
	Гидромикс (100 г/т)	0,60	7,10	1,56
Сокол	Контроль	0,59	7,22	1,50
	Росток (0,5 л/т)	0,60	7,50	1,71
	Чудозем (1 л/т)	0,63	7,70	1,60
	Гидромикс (100 г/т)	0,60	7,36	1,49
НСР ₀₅ для фактора А		0,03	0,19	0,22
НСР ₀₅ для фактора В		0,03	0,19	0,20

ботке семян удобрением Чудозем, что на 0,29 г больше, чем в контрольном варианте. При этом сорта Легур и Исилькульский показали положительную реакцию на обработку стимулятором Росток, увеличив массу 1 000 семян соответственно на 0,41 и 0,39 г относительно контроля. У сорта Сокол выделены два эффективных варианта: обработка стимулятором Росток (прирост 0,28 г) и обработка удобрением Чудозем (прирост 0,48 г).

Урожайность семян масличного льна в опыте изменялась от 1,49 до 1,85 т/га (табл. 1). У сорта Август в контрольном варианте она составила 1,50 т/га. Обработка семян стимулятором Росток позволила увеличить урожайность до 1,85 т/га, что составляет 23,3 %. Использование удобрения Чудозем при обработке семян также дало существенный эффект, увеличив урожайность на 0,25 т/га (16,7 %) по сравнению с контрольной группой.

У сорта Легур наблюдалась лишь тенденция к увеличению урожайности при обработке семян стимулятором Росток и

удобрением Чудозем. Сорт Исилькульский продемонстрировал положительную реакцию на стимулятор Росток, показав прирост урожайности на 0,21 т/га или на 13,4 % относительно контрольного значения. Наивысшая урожайность сорта Сокол также зафиксирована при обработке семян стимулятором Росток с приростом 0,21 т/га, что составляет 14 % в сравнении с контролем.

Содержание масла в семенах сорта Август в контрольной группе составило 47,9 %, а в экспериментальных вариантах варьировалось от 46,5 до 48,5 % (табл. 2). Наиболее благоприятное воздействие на содержание масла в семенах сорта Август оказала обработка удобрением Чудозем (прирост контроля на 0,6 %). У сорта Легур выделялись варианты с обработкой семян удобрением Чудозем и комплексом Гидромикс, где содержание масла превысило контроль на 1,2 и 1,1 % соответственно. У сорта Исилькульский показатели масличности семян практически не различались между вариантами, находясь в диапазоне 47,1–47,7 %. У сорта Сокол отмечено

Таблица 2 – Содержание масла и белка в семенах сортов льна масличного (2020–2023 гг.)

Table 2 – Oil and protein content in oilseed flax seeds (2020–2023)

Сорт (фактор А)	Варианты (фактор В)	Содержание масла, %	Содержание белка, %
Август	Контроль	47,9	20,7
	Росток (0,5 л/т)	47,4	22,1
	Чудозем (1 л/т)	48,5	20,5
	Гидромикс (100 г/т)	46,5	20,4
Легур	Контроль	46,4	21,4
	Росток (0,5 л/т)	45,7	20,5
	Чудозем (1 л/т)	47,6	20,6
	Гидромикс (100 г/т)	47,5	20,3
Исилькульский	Контроль	47,1	19,4
	Росток (0,5 л/т)	47,4	19,5
	Чудозем (1 л/т)	47,7	20,4
	Гидромикс (100 г/т)	47,4	20,2
Сокол	Контроль	47,9	19,4
	Росток (0,5 л/т)	48,1	19,7
	Чудозем (1 л/т)	46,7	20,3
	Гидромикс (100 г/т)	45,9	21,2
НСР ₀₅ для фактора А		1,2	0,3
НСР ₀₅ для фактора В		1,2	0,3

уменьшение содержания масла в семенах при использовании комплекса Гидромикс.

В семенах различных сортов масличного льна концентрация протеина колебалась от 19,4 до 22,1 %. Влияние различных агротехнических приемов наиболее ярко проявилось у сортов Август, Исилькульский и Сокол. У сорта Август наилучший результат показал вариант с применением стимулятора роста Росток – содержание белка достигло 22,1 %, что на 1,4 % выше, чем в контрольной группе. У сорта Исилькульский увеличение доли протеина по сравнению с контролем наблюдалось при обработке семян удобрением Чудозем (на 1 %) и в сочетании с Гидромикс (на 0,8 %). Аналогичные варианты оказались наиболее эффективными и для сорта Сокол.

Заключение. 1. В рамках проведенных агрономических исследований было установлено, что применение стимулятора роста Росток и удобрения Чудозем при предпосевной обработке семян оказывает положительное влияние на урожайность масличного льна. В частности, сорта Август и Легур продемонстрировали статистически значимое увеличение продуктивности по сравнению с контрольными

образцами. Наиболее выраженное превосходство, составившее 23,3 %, было зафиксировано у сорта Август при использовании стимулятора Росток.

2. Предварительная обработка семян данными препаратами также способствовала повышению общей массы семян с одного растения и массы тысячи семян. Это свидетельствует о положительном воздействии на физиологические процессы формирования репродуктивных органов льна.

3. Анализ химического состава семян показал, что применение удобрения Чудозем приводит к увеличению содержания масла в семенах сортов Август и Легур. Кроме того, наблюдается общая тенденция к повышению содержания белка в семенах различных сортов льна при использовании исследуемых препаратов.

Таким образом, полученные результаты подтверждают эффективность применения стимулятора роста Росток и удобрения Чудозем для повышения урожайности и улучшения качественных показателей семян масличного льна, что имеет важное значение для агропромышленного комплекса.

Список источников

1. Turin E. N., Susskiy A. N., Stukalov R. S., Shestopalov M. V., Turina E. L., Ivanov V. Yu. *Linum usitatissimum* L. is the most important crop in Russia for the production of high-quality oil with low cost (review) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Voronezh : IOP Publishing Ltd., 2021. P. 1–6. doi: 10.1088/1755-1315/640/4/042014. EDN APXAOZ.
2. Першаков А. Ю., Белкина Р. И., Пороховинова Е. А. Урожайность и качество семян коллекционных образцов льна масличного // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24. № 3. С. 338–347. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-03-338-347. EDN VUCQYR.
3. Першаков А. Ю., Белкина Р. И., Сулейменова А. К. Отзывчивость сортов льна масличного на возрастающие нормы минеральных удобрений // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 6 (171). С. 11–17. doi: 10.36718/1819-4036-2021-6-11-17. EDN RZCCCH.
4. Якубышина Л. И., Логинов Ю. П. Влияние предшественников на урожайность семян сортов ячменя в северной лесостепи Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2022. № 11 (188). С. 40–46. doi: 10.36718/1819-4036-2022-11-40-46. EDN ZQRIXU.
5. Першаков А. Ю., Белкина Р. И. Продуктивность коллекционных образцов льна масличного в северной лесостепи Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 12 (165). С. 40–45. doi: 10.36718/1819-4036-2020-12-40-45. EDN XSUWRG.
6. Демин Е. А., Миллер С. С., Ахтямова А. А. Влияние минеральных удобрений и температуры почвы на эмиссию углекислого газа в посевах яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Зауралья // Земледелие. 2024. № 1. С. 17–22. doi: 10.24412/0044-3913-2024-1-17-22. EDN GIWLSZ.
7. Shakhova O. A., Yakubyshina L. I. Formation of a stable yield of grain crops in various meteorological conditions in the northern forest-steppe of the Tyumen region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk : IOP Publishing Ltd., 2022. P. 022022. doi: 10.1088/1755-1315/981/2/022022. EDN VMWIBT.
8. Ufimtseva M. G., Kuznetsov S. E. Digital solutions for the ecological aspect of the sustainability of agroecosystems // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1045. No. 1. P. 012049. doi: 10.1088/1755-1315/1045/1/012049. EDN QMRXJJ.
9. Сулейменова А. К. Возделывание льна масличного в Сибири // International Agricultural Journal. 2019. Т. 62. № 4. P. 17. doi: 10.24411/2588-0209-2019-10092. EDN PGNHHK.
10. Suleimenova A. K. Selection of oil flax in Siberian Experimental Station // International Agricultural Journal. 2018. Т. 61. № 2. С. 10. doi: 10.24411/2588-0209-2018-10020. EDN XWDLNB.
11. Pershakov A., Belkina R., Suleimenova A., Loskomoynikov I. Productivity of oil flax varieties in the conditions of northern forest steppe of Tyumen region // E3S Web of Conferences. Rostov-on-Don : EDP Sciences, 2021. P. 01028. doi: 10.1051/e3sconf/202127301028. EDN EFBPEN.
12. Ufimtseva M., Khamidullina A. Successional structure and useful condition of mowing-and-grazing landscapes // E3S Web of Conferences. Chelyabinsk : EDP Sciences, 2021. P. 03008. doi: 10.1051/e3sconf/202125803008. EDN CPUUXK.
13. Loginov Yu., Kazak A., Yakubyshina L., Yashchenko S. Influence of technology elements on the yield and grain quality of spring wheat in the northern forest-steppe of the Tyumen region // E3S Web of Conferences. Rostov-on-Don : EDP Sciences, 2021. P. 01009. doi: 10.1051/e3sconf/202127301009. EDN XVFDTE.
14. Кудрявцев Н. А., Зайцева Л. А., Курбанова З. К. Обеспечение чистоты и здоровья посевов льна при обработке новыми пестицидами // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (59). С. 43–52. doi: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-43-52. EDN PNQZKR.
15. Chebyshev N., Ansabayeva A., Mironova E., Kazak A. The distribution of *Fusarium* in barley crops: PCR // Polish Journal of Environmental Studies. 2024. doi: 10.15244/pjoes/174483. EDN GXMUYK.

16. Гореева В. Н., Кошкина К. В., Корепанова Е. В. Предпосевная обработка семян и продуктивность льна масличного сорта ВНИИМК 620 в условиях Среднего Предуралья // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 8. С. 21–23. EDN SMMGHJ.

17. Логинов Ю. П., Казак А. А., Яценко С. Н., Гайзатулин А. С. Урожайность и качество зерна сортов пшеницы двуручек и раннеспелых озимых при разных сроках посева в северной лесостепи Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24. № 5. С. 593–604. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-05-593-604. EDN CUNNOG.

18. Eremin D. I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use // Eurasian Soil Science. 2016. Vol. 49. No. 5. P. 538–545. doi: 10.1134/S1064229316050033. EDN WUZWRD.

References

1. Turin E. N., Susskiy A. N., Stukalov R. S., Shestopalov M. V., Turina E. L., Ivanov V. Yu. *Linum usitatissimum* L. is the most important crop in Russia for the production of high-quality oil with low cost (review). Proceedings from IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. (PP. 1–6), Voronezh, IOP Publishing Ltd., 2021. doi: 10.1088/1755-1315/640/4/042014. EDN APXAOZ.

2. Pershakov A. Yu., Belkina R. I., Porokhovina E. A. Yield and quality of seeds of oilseed flax collection samples. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2024;24;3:338–347. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-03-338-347. EDN VUCQYR (in Russ.).

3. Pershakov A. Yu., Belkina R. I., Suleimenova A. K. Responsiveness of oilseed flax varieties to increasing rates of mineral fertilizers. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021;6(171):11–17. doi: 10.36718/1819-4036-2021-6-11-17. EDN RZCCCH (in Russ.).

4. Yakubyshina L. I., Loginov Yu. P. The influence of precursors on the yield of seeds of barley varieties in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;11(188):40–46. doi: 10.36718/1819-4036-2022-11-40-46. EDN ZQRXU (in Russ.).

5. Pershakov A. Yu., Belkina R. I. Productivity of oilseed flax collection samples in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2020;12(165):40–45. doi: 10.36718/1819-4036-2020-12-40-45. EDN XSUWRG (in Russ.).

6. Demin E. A., Miller S. S., Akhtyamova A. A. The influence of mineral fertilizers and soil temperature on carbon dioxide emissions in spring wheat crops in the forest-steppe zone of the Trans-Urals. *Zemledelie*, 2024;1:17–22. doi: 10.24412/0044-3913-2024-1-17-22. EDN GIWLSZ (in Russ.).

7. Shakhova O. A., Yakubyshina L. I. Formation of a stable yield of grain crops in various meteorological conditions in the northern forest-steppe of the Tyumen region. Proceedings from IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. (PP. 022022), Krasnoyarsk, IOP Publishing Ltd., 2022. doi: 10.1088/1755-1315/981/2/022022. EDN VMWIBT.

8. Ufimtseva M. G., Kuznetsov S. E. Digital solutions for the ecological aspect of the sustainability of agroecosystems. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022; 1045;1:012049. doi: 10.1088/1755-1315/1045/1/012049. EDN QMRXJJ.

9. Suleimenova A. K. Cultivation of oilseed flax in Siberia. *International Agricultural Journal*, 2019;62;4:17. doi: 10.24411/2588-0209-2019-10092. EDN PGNHHK (in Russ.).

10. Suleimenova A. K. Selection of oil flax in Siberian Experimental Station. *International Agricultural Journal*, 2018;61;2:10. doi: 10.24411/2588-0209-2018-10020. EDN XWDLNB.

11. Pershakov A., Belkina R., Suleimenova A., Loskomoynikov I. Productivity of oil flax varieties in the conditions of northern forest steppe of Tyumen region. Proceedings from E3S Web of Conferences. (PP. 01028), Rostov-on-Don, EDP Sciences, 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202127301028. EDN EFBPEN.

12. Ufimtseva M., Khamidullina A. Successional structure and useful condition of mowing-and-grazing landscapes. Proceedings from E3S Web of Conferences. (PP. 03008), Chelyabinsk, EDP Sciences, 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202125803008. EDN CPUUXK.

13. Loginov Yu., Kazak A., Yakubyshina L., Yashchenko S. Influence of technology elements on the yield and grain quality of spring wheat in the northern forest-steppe of the Tyumen region. Proceedings from E3S Web of Conferences. (PP. 01009), Rostov-on-Don, EDP Sciences, 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202127301009. EDN XVFDTE.

14. Kudryavtsev N. A., Zaitseva L. A., Kurbanova Z. K. Ensuring the purity and health of flax crops when treated with new pesticides. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021;2(59):43–52. doi: 10.31677/2072-6724-2021-59-2-43-52. EDN PNQZKR (in Russ.).

15. Chebyshev N., Ansabayeva A., Mironova E., Kazak A. The distribution of *Fusarium* in barley crops: PCR. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2024. doi: 10.15244/pjoes/174483. EDN GXMUYK.

16. Goreeva V. N., Koshkina K. V., Korepanova E. V. Pre-sowing seed treatment and productivity of flax of the VNIIMK 620 oilseed variety in the conditions of the Middle Urals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014;8:21–23. EDN SMMGHJ (in Russ.).

17. Loginov Yu. P., Kazak A. A., Yashchenko S. N., Gaizatulin A. S. Yield and grain quality of two-handed wheat varieties and early-ripening winter crops at different sowing dates in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2024;24;5:593–604. doi: 10.32417/1997-4868-2024-24-05-593-604. EDN CUNNOG (in Russ.).

18. Eremin D. I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use. *Eurasian Soil Science*, 2016;49;5:538–545. doi: 10.1134/S1064229316050033. EDN WUZWRD.

© Першаков А. Ю., Сулейменова А. К., 2026

Статья поступила в редакцию 23.03.2026; одобрена после рецензирования 04.06.2026; принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 23.03.2026; approved after reviewing 04.06.2026; accepted for publication 05.06.2026.

Информация об авторах

Першаков Анатолий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Тюменский государственный университет, ORCID: 0000-0001-5277-7880, Author ID: 934615, pershakov.93@mail.ru;

Сулейменова Айгера Кенжибаевна, старший научный сотрудник, зав. лабораторией селекции и первичного семеноводства льна масличного, Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта, ORCID: 0000-0003-1557-4616, Author ID: 813188, Aigera26051978@mail.ru

Information about the authors

Anatoly Yu. Pershakov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Tyumen State University, ORCID: 0000-0001-5277-7880, Author ID: 934615, pershakov.93@mail.ru;

Aigera K. Suleimenova, Senior Researcher, Head of the Laboratory of Selection and Primary Seed Production of Oilseed Flax, All-Russian Research Institute of Oilseeds named after V. S. Pustovoit, ORCID: 0000-0003-1557-4616, Author ID: 813188, Aigera26051978@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 633.34:632.9:004.9

EDN KRZGQN

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-33-46>**Совместное применение данных наземных и дистанционных наблюдений для оценки эффективности систем защиты посевов сои****Алексей Сергеевич Степанов¹, Анна Геннадьевна Тишкова²,
Артем Сергеевич Бордаков³**^{1,2} Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Хабаровский край, Хабаровск, Россия³ Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук
Хабаровский край, Хабаровск, Россия¹ stepanfx@mail.ru, ² Betula2717@mail.ru, ³ 979artem979@gmail.com

Аннотация. Представлен опыт оценки эффективности систем защиты растений в посевах сои сорта Хабаровский юбиляр на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства с использованием данных наземных и дистанционных наблюдений. В 2024 г. изучались четыре системы на экспериментальных участках общей площадью более 2 га. На контрольном и экспериментальных участках проводился трехкратный учет численности сорняков, определялась степень развития заболеваний всходов и корневых гнилей, оценивались структурные показатели продуктивности. По результатам ежемесячной аэрофотосъемки опытного поля посредством квадрокоптера DJI Mavic 3M были построены средние аппроксимированные ряды сезонного хода NDVI и рассчитаны значения ширины максимума NDVI на половине высоты для каждого участка ($d_{1/2}$). Достоверно установлено, что применение всех четырех вариантов привело к снижению засоренности посевов сои на вторую и третью учетные даты (в 5–9 раз по сравнению с контролем), уменьшению развития болезней всходов и корневых гнилей. Структурные показатели продуктивности сои в вариантах с защитой превышали контрольные уровни в 1,4–2,0 раза. Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь показателя $d_{1/2}$ с засоренностью на вторую и третью учетные даты (коэффициент корреляции равен 0,97 при $p < 0,05$), а также обратную корреляцию засоренности с количеством продуктивных узлов (коэффициент корреляции от минус 0,88 до минус 0,9) и урожайностью (коэффициент корреляции равен минус 0,75). Таким образом, параметр $d_{1/2}$, рассчитанный по аппроксимированным временным рядам NDVI, может служить интегральным дистанционным индикатором засоренности и эффективности систем защиты посевов сои. Использование этого показателя дает возможность выявить участки постоянного развития сорняков в посевах сои по результатам нескольких лет наблюдений и разработать стратегию применения систем защиты растений для подобных участков.

Ключевые слова: фитосанитарный мониторинг, засоренность, соя, Дальний Восток, беспилотные летательные аппараты, системы защиты растений

Для цитирования: Степанов А. С., Тишкова А. Г., Бордаков А. С. Совместное применение данных наземных и дистанционных наблюдений для оценки эффективности систем защиты посевов сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 33–46. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-33-46>.

Original article

Combined use of ground-based and remote sensing data to assess the effectiveness of soybean protection systems**Alexey S. Stepanov¹, Anna G. Tishkova², Artyom S. Bordakov³**^{1,2} Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russian Federation

³ Computing Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russian Federation

¹ stepanfx@mail.ru, ² Betula2717@mail.ru, ³ 979artem979@gmail.com

Abstract. The article describes the experience of evaluating the effectiveness of plant protection systems in soybean crops in the experimental field of the Far Eastern Agricultural Research Institute using ground-based and remote observations. In 2024, three-fold accounting of the number of weeds was carried out at the control and experimental sites, the degree of development of diseases of seedlings and root rot was determined, and structural productivity indicators were evaluated. Based on the results of the monthly aerial survey of the experimental field by a quadcopter, the average approximate series of the seasonal NDVI course were constructed and the width values of the NDVI maximum at half the height for each section ($d_{1/2}$) were calculated. It has been reliably established that the use of all four options led to a decrease in the contamination of soybean crops on the second and third accounting dates (by 5–9 times compared with the control), a decrease in the development of diseases of seedlings and root rot. The structural indicators of soybean productivity in the protected variants exceeded the control levels by 1.4–2.0 times. Correlation analysis revealed a strong positive relationship between the $d_{1/2}$ indicator and field contamination on the second and third accounting dates (correlation coefficient is 0.97 at $p < 0.05$) and an inverse correlation of contamination with the number of productive nodes (correlation coefficient from minus 0.88 to minus 0.9) and yield (correlation coefficient is minus 0.75). Thus, the proposed parameter can serve as an integral remote indicator of contamination and effectiveness of soybean crop protection systems. Its use makes it possible to identify areas of permanent weed development in soybean crops based on the results of several years of observations and develop a strategy for the use of plant protection systems.

Keywords: phytosanitary monitoring, contamination, soybeans, Far East, unmanned aerial vehicles, plant protection systems

For citation: Stepanov A. S., Tishkova A. G., Bordakov A. S. Combined use of ground-based and remote sensing data to assess the effectiveness of soybean protection systems. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:33–46. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-33-46>.

Введение. Соя является одной из наиболее ценных культур в мировом и российском растениеводстве, занимающей значительные площади, особенно в регионах с муссонным климатом, таких как Дальний Восток России. Однако особенности муссонного климата не позволяют в полной степени реализовать генетический потенциал сортов сои, как по урожайности, так и по качественным характеристикам. В условиях высокой влажности в начале вегетации и частых температурных стрессов фитосанитарная обстановка на полях сои может резко ухудшаться, что приводит к существенным потерям урожая [1, 2]. В целом, засоренность посевов и инфекционные заболевания (корневые гнили, листовые инфекции) являются проблемой в мировом производстве сои и зачастую связываются с влажностными характеристиками [3, 4].

Исследования засоренности и заболеваемости культурных растений чаще

всего базируются на наземных фитосанитарных обследованиях, учетах численности сорняков и визуальной оценке показателей, характеризующих развитие и распространение болезней. Несмотря на широкое использование, такие методы трудозатратны, субъективны и не всегда позволяют оперативно оценить состояние посевов, в том числе учесть вариативность состояния на поле [5].

В последние десятилетия активно развиваются методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяющие получать пространственно-распределенную информацию о состоянии посевов без трудозатратных выездов на поля, в том числе и для фитосанитарного мониторинга [6, 7]. Чаще всего для оценки неоднородности посевов используют результаты съемки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), применяемые как для оперативного мониторинга, так и для выявления зон постоянной засоренности [7, 8]. При

этом в основе могут лежать как методы глубокого машинного обучения с непосредственной детекцией сорняков, так и вегетационные индексы, прежде всего нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI). Многочисленными исследованиями показана возможность использования NDVI для оценки биомассы, фотосинтетической активности и стрессового состояния культур [9].

Однако прямое применение NDVI для оценки засоренности посевов после смыкания растений затруднено из-за отсутствия спектральных различий между культурой и сорняками [10].

В этой связи актуальным направлением является поиск новых дистанционных предикторов, которые позволят оценить изменения растительного покрова, обусловленные сорной растительностью и воздействием патогенов. Одним из таких подходов является анализ формы кривой сезонного хода NDVI. В частности, было предложено оценивать ширину максимума NDVI в качестве характеристики засоренности посевов. Было установлено, что ширина пика на половине и трех четвертях высоты коррелирует с количеством сорняков (шт./м²) в конце периода «всходы – цветение» и начале периода «цветение – плодоношение» [11].

Эффективность систем защиты растений зависит не только от набора действующих веществ, но и от сроков, кратности обработок и своевременности принятия решений. Комплексные системы, включающие протравливание семян, довсходовую и послевсходовую химическую прополку, а также биологические и питательные компоненты, требуют интегральной оценки, в том числе по результатам наземных и дистанционных исследований [12]. Исследователями показано, что использование современных средств защиты в Дальневосточном регионе позволяет существенно снизить потери урожая от сорной растительности и болезней при производстве сои [13, 14]. Совместный анализ наземных фитосанитарных показателей (численность сорняков, развитие болезней), структурных показателей продуктивности и характеристик, получаемых с БПЛА, может стать основой для объективной оценки эффективности различных технологий защиты.

Цель исследований – изучить возможность совместного применения данных дистанционного зондирования Земли и наземных наблюдений для оценки эффективности различных систем защиты посевов. Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. Провести фитосанитарный мониторинг посевов сои, оценить структурные характеристики продуктивности сорта на контрольном и экспериментальных участках.

2. В течение вегетационного периода провести регулярную периодическую аэрофотосъемку посевов сои, построить кривые сезонного хода NDVI, рассчитать характеристики кривых сезонного хода NDVI (ширину пика).

3. Выявить достоверные взаимосвязи между результатами наземных наблюдений и дистанционного зондирования.

Полученные результаты позволяют обосновать возможность использования данных ДЗЗ для интегральной оценки фитосанитарного состояния посевов сои при различных технологиях защиты.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследований выступали сорт сои Хабаровский юбилей, а также различные пестициды и их баковые смеси. Схема опыта показана в таблице 1.

Исследования проводились на контрольном (без обработок) участке площадью 0,18 га и экспериментальных участках (четыре варианта) площадью 0,76; 0,36; 0,36 и 0,90 га.

Протравливание семян баковыми смесями препаратов проводилось за сутки до посева (18.05.2024). Норма высева составила 70 кг/га (350 тыс. шт./га). В качестве удобрений использована нитроаммофоска в дозе 250 кг/га в физическом весе ($N_{16}P_{16}K_{16}$) (одновременно с посевом).

25 мая проведена обработка почвенными гербицидами; 27 июня – обработка послевсходовыми гербицидами и фунгицидами в фазу 1–2 тройчатых листьев и внесение комплексного водорастворимого удобрения; 5 июля – обработка послевсходовыми гербицидами в фазу 3–4 листьев; 14 июля – обработка фунгицидами и инсектицидами в фазу бутонизации.

Для выявления гербицидной активности изучаемых препаратов проводили

Таблица 1 – Схема опыта и технологических приемов

Table 1 – Experimental design and technological practices

Вариант	Препарат/ баковая смесь	Норма расхода, л/га; кг/га	Сроки и способы обработки
Контроль	без обработок		
1	Стандак Топ, КС	1,5	обработка семян перед посевом
	Хайкоут Супер Соя	1,42	
	Хайкоут Турбо Соя	1,42	
	Хайкоут супер Экстендер	1,1	
	Фронтьер Оптима, КЭ	1,2	опрыскивание почвы после посева до всходов культуры
2	Корум, ВРК	2,0	опрыскивание посевов в фазе 1–2 тройчатых листа
	Цериакс плюс, КЭ	0,5	
	ДАШ (ПАВ)	1,0	
	Хилер, КЭ	1,5	
3	Пиктор Актив, КС	0,6	опрыскивание посевов в фазе бутонизации
	Тирада, СК	1,5	обработка семян перед посевом
	Трейсер, КЭ	0,6	опрыскивание почвы после посева до всходов культуры
	Лазурит Ультра, СК	0,5	
	Когорта, ВГР	1,8	
4	Алсион, ВДГ	0,006	
	Квикстеп, КМЭ	0,8	опрыскивание посевов в фазе 1–2 тройчатых листа
	Аллюр	0,2	
	Спирит, СК	0,3	
	Борей Нео, СК	0,2	
5	Аллюр	0,2	опрыскивание посевов в фазе начала бобообразования
	Импульс, КС	0,12	
	Бэкграунд (ПАВ)	0,12	
	Глобал, ВР	0,8	
	Фомесофт, ВР	1,2	опрыскивание посевов в фазе 1–2 тройчатых листа
6	Корнет (ПАВ)	0,2	
	Макси Злак, КЭ	1,2	
	Оскар, КЭ	0,8	
7	Альтер, КЭ	0,1	опрыскивание посевов в фазе бутонизации
	Тристар, КС	3,0	
	Гарнизон, ВР	2,0	опрыскивание посевов в фазе 1–2 тройчатых листа
	Лемур, КЭ	1,5	
8	Алсион, ВДГ	0,006	
	комплексное водорастворимое удобрение	–	опрыскивание посевов в фазе 2–3 тройчатых листа

три обследования посевов и определяли количество сорняков (шт./м²):

первое – через 30 дней после внесения почвенных гербицидов (13 июня), X_1 ; второе – через 30 дней после опры-

скивания послевсходовыми гербицидами (25 июля), X_2 ; третье – в период созревания (17 сентября), X_3 .

Численно-видовой учет осуществлялся на закрепленных площадках по

каждому варианту в четырехкратной повторности на площади 0,25 м² [15].

Фитопатологические наблюдения в посевах сои проводили с фазы всходов до окончания фазы налива зерна. Через каждые 10–15 дней определяли интенсивность развития и распространения основных заболеваний сои путем отбора (или осмотра) растений через равное расстояние (не менее 10 растений в 5 местах). Степень развития устанавливали по шкалам в баллах, отдельно по каждой болезни, используя методику [16].

Распространение болезни вычисляли по формуле (1) [17]:

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100 \quad (1)$$

где P – распространение болезни, %;

n – количество больных растений, шт.;

N – общее количество осматриваемых растений, шт.

Средний процент развития заболевания рассчитывали по формуле (2) [17]:

$$R = \frac{\sum(a \cdot b)}{N \cdot k} \cdot 100 \quad (2)$$

где R – развитие болезни, %;

$\sum(a \cdot b)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл поражения (b);

N – общее количество осматриваемых растений, шт.;

k – высший балл шкалы учета.

Учет урожая проводили весовым методом путем ручной уборки учетной делянки с каждого варианта с последующей обработкой растений в лаборатории. Оценка продуктивности сорта выполнялась путем измерения следующих структурных параметров: высота растений; количество продуктивных узлов; количество бобов на растении; количество семян на растении; вес семян на растении; масса 1 000 семян; также была рассчитана биологическая урожайность [18].

Гидротермические условия, сложившиеся в начале вегетационного периода 2024 г., не способствовали развитию заболеваний сои. Среднесуточные температу-

ры в июне опускались на 2,1–4,6 °С ниже среднесуточных показателей. В целом, июнь был холоднее обычного на 2,5 °С, а количество осадков превысило норму на 76 %. Среднесуточные температуры воздуха в июле находились в пределах нормы, в отдельные периоды температуры поднимались выше 30 °С. Количество выпавших осадков оказалось практически в 2 раза ниже многолетних показателей. Такие условия внешней среды не способствовали массовому развитию фитопатогенов.

Август и сентябрь характеризовались термическими показателями, превышающими средние многолетние значения на 0,6–0,7 °С, и количеством осадков в пределах 80 % от нормы.

Аэрофотосъемка опытного поля проводилась посредством квадрокоптера DJI Mavic 3M на высоте 300 м в следующие даты: 30.04; 02.06; 01.07; 01.08; 01.09; 30.09; 28.10. С использованием программного обеспечения DJI Terra осуществляли геопривязку, геокодирование, калибровку снимков и строили ортофотоплан на каждый день съемки.

Таким образом были получены значения каналов RED (красная область спектра) и NIR (ближняя инфракрасная область спектра) для всех пикселей опытного поля. Предобработанные значения каналов использованы для расчета значений $NDVI$ с пространственным разрешением 1 м по следующей формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (3)$$

Далее формировались сезонные аппроксимированные временные ряды значений $NDVI$ с использованием разработанного в Хабаровском федеральном информационном центре ДВО РАН программного обеспечения.

Для аппроксимированных рядов $NDVI$ по каждому пикселю контрольного и экспериментального участков рассчитывалось значение $d_{1/2}$ (ширина максимума $NDVI$ на половине высоты) в качестве дистанционной характеристики засоренности посевов [11].

Значимость различий засоренности для контрольного и экспериментальных

участков оценивали методами однофакторного дисперсионного анализа; апостериорное попарное сравнение проводили с использованием критерия Тьюки.

Для оценки взаимосвязей между результатами наземных и дистанционных наблюдений рассчитывали коэффициенты корреляции Пирсона.

Результаты исследований. В таблице 2 представлены результаты оценки засоренности посевов сои в контроле и на экспериментальных участках. Как видно, 13 июня количество сорняков, произрастающих на контрольном участке, составляло 130 шт./м², а на экспериментальных участках – в среднем 91 шт./м². При этом верхняя граница доверительного интервала была существенно выше (239 шт./м²). Таким образом, достоверных различий для этой даты выявлено не было.

Однако использование химических приемов контроля численности сорняков в посевах сои в фазу 2–3 тройчатых листьев культуры через 30 дней после внесения снижало общее количество сорных растений с 360 шт./м² до 39 экземпляров в среднем по вариантам и с 213 до 21 шт./м² в период спелости.

При появлении массовых всходов растений сои на семядольных листьях отмечены пятна различной формы и окраски, которые обусловлены наличием семенной и почвенной инфекций. В контрольном варианте признаки заболевания отмечены на 27,3 % растений со степенью пора-

жения 6,8 %. Пониженные температуры воздуха, большое количество осадков и наличие внешней патогенной микрофлоры на молодых растениях способствовали массовому развитию корневых гнилей на начальных этапах онтогенеза сои, поэтому степень развития корневых гнилей в этот период уже достигала 25,9 %. Массовое цветение растений сои проходило при недостатке осадков, что сдерживало развитие заболевания и к фазе цветения пораженность растений увеличилась всего на 5,4 %, но признаки заболевания отмечались на всех растениях (табл. 3).

Фунгистатические свойства препаратов, используемых для предпосевного протравливания семян сои, достоверно снижали интенсивность развития и распространение болезней всходов почти в 3,6 раза, а корневых гнилей – в полтора раза (табл. 3).

В таблице 4 приведены структурные элементы продуктивности сои сорта Хабаровский юбилей в контроле и с применением систем защиты. Установлены достоверные отличия средних характеристик урожайности сорта на экспериментальных участках от контроля по следующим показателям:

- 1) количество продуктивных узлов – 13,9 шт. против 10,1 шт.;
- 2) количество бобов на одном растении – 491 шт. против 274 шт.;
- 3) количество семян на одном растении – 1 169 шт. против 557 шт.;

Таблица 2 – Засоренность посевов сои сорта Хабаровский юбилей на контрольном и экспериментальных участках

Table 2 – Weed infestation of soybean crops of the variety Khabarovsky yubilyar on the control and experimental plots

В шт./м² (in plants/m²)

Варианты	Первый учет (13.06.2024)	Второй учет (25.07.2024)	Третий учет (17.09.2024)
Контроль	130	360	213
Первый	109	61	21
Второй	22	12	15
Третий	104	28	12
Четвертый	127	54	35
Среднее по 1–4 вариантам	91	39	21
Среднеквадратичное отклонение	46,7	22,8	10,2
Верхняя граница доверительного интервала	239	111	37

Таблица 3 – Уровень развития и распространения болезней всходов и корневых гнилей в посевах сои сорта Хабаровский юбилей на контрольном и экспериментальных участках

Table 3 – Level of development and incidence of seedling diseases and root rots in soybean crops of the variety Khabarovsky yubilyar on the control and experimental plots

В процентах (in percent)

Варианты	Болезни всходов		Корневые гнили	
	R_1 , %	P_1 , %	R_2 , %	P_2 , %
Контроль	6,8	27,3	31,3	100,0
Первый	2,2	8,9	19,4	77,7
Второй	1,7	6,8	17,5	70,0
Третий	2,8	11,1	15,0	60,0
Четвертый	1,0	4,1	30,0	100,0
Среднее по 1–4 вариантам	1,9	7,7	20,5	76,9
Среднеквадратичное отклонение	0,8	3,0	6,6	17,0
Верхняя граница доверительного интервала	4,4	17,2	41,5	100,0

Таблица 4 – Структурные показатели продуктивности сои сорта Хабаровский юбилей на контрольном и экспериментальных участках

Table 4 – Structural productivity indicators of soybean of the variety Khabarovsky yubilyar on the control and experimental plots

Варианты	Показатели						
	h , см	K_y , шт.	K_6 , шт.	K_c , шт.	P_c , г	m_c , г	y , т/га
Контроль	85,7	10,1	274,0	557,0	97,6	178,3	1,4
Первый	83,0	13,8	456,6	1 084,3	186,5	171,2	2,6
Второй	83,5	14,4	498,0	1 176,0	202,8	172,5	2,8
Третий	89,5	12,7	436,0	980,0	163,1	166,4	2,3
Четвертый	95,4	14,6	575,0	1 436,0	256,8	178,9	3,6
Среднее по 1–4 вариантам	87,9	13,9	491,4	1 169,1	202,3	172,3	2,8
Среднеквадратичное отклонение	5,8	0,9	61,4	195,1	37,8	5,2	0,6
Верхняя граница доверительного интервала	106,4	16,6	686,8	1 790,1	309,0	188,6	4,4
Нижняя граница доверительного интервала	69,3	11,2	296,0	598,1	105,6	155,9	1,5
Примечания: h – высота растений; K_y – количество продуктивных узлов; K_6 – количество бобов на растении; K_c – количество семян на растении; P_c – вес семян на растении; m_c – масса 1 000 семян; y – биологическая урожайность.							

4) вес семян на одном растении – 202,3 г против 97,6 г;

5) биологическая урожайность сои – 2,8 т/га против 1,4 т/га.

На рисунке 1 представлено пространственное распределение $NDVI$ в контрольном и экспериментальных вариантах. Как видно, оценка засоренности после смыка-

ния посевов сои с использованием спутниковых данных практически невозможна. Значения $NDVI$, рассчитанные по результатам съемки на 1 августа и 1 сентября, не имели высокой пространственной вариативности в границах участков. Однако по состоянию на 1 июля визуально заметны неоднородности, связанные с зарастанием

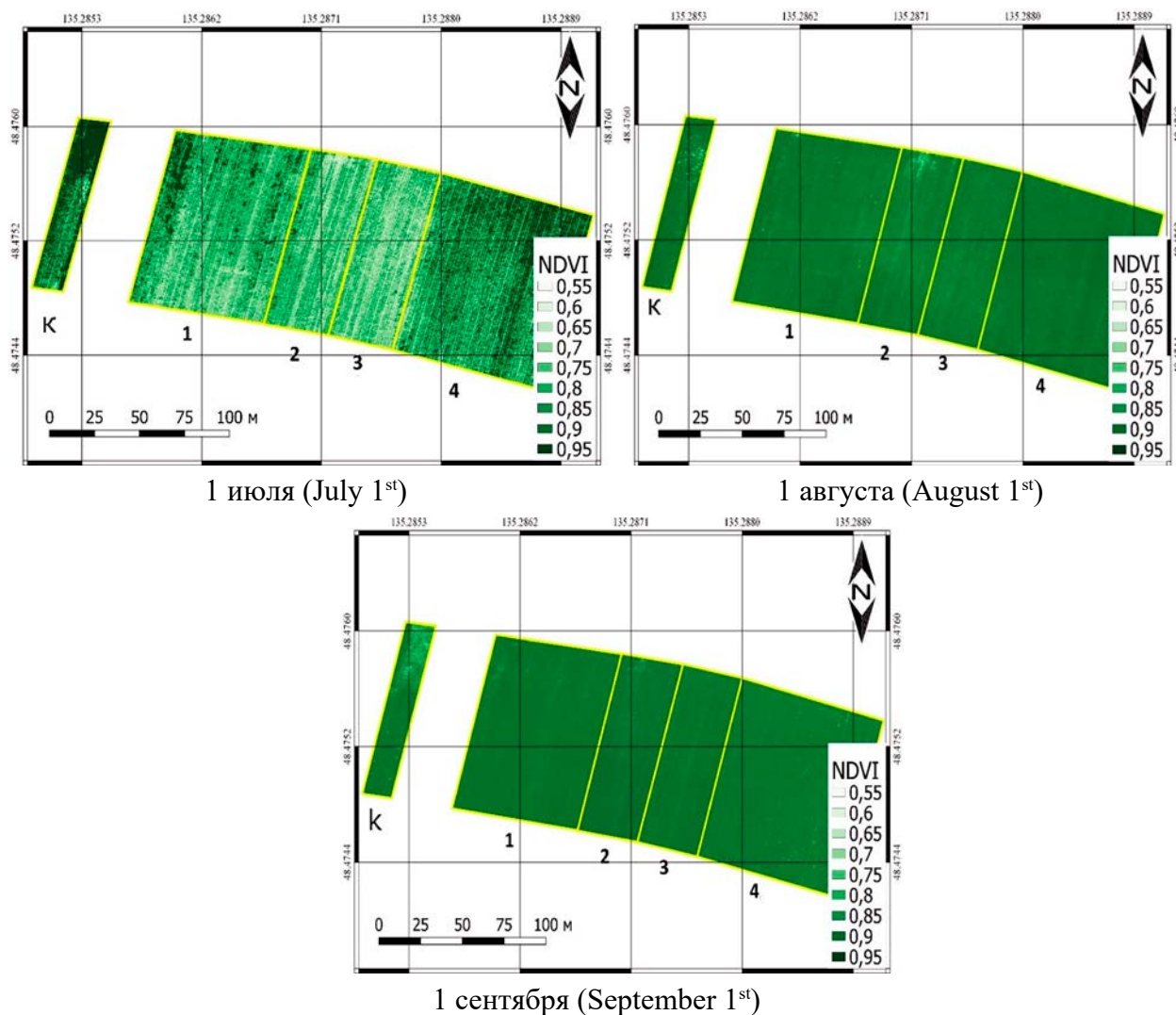


Рисунок 1 – Пространственное распределение значений $NDVI$ на контрольном и экспериментальных участках

Figure 1 – Spatial distribution of $NDVI$ values on the control and experimental plots

северной части контрольного участка осотом, а также различия при использовании разных систем защиты растений.

Как следует из таблицы 5, коэффициенты вариации значений $NDVI$ для разных участков сои находились в диапазоне 9,8–16,0 % для съемки 1 июля и в интервалах 0,5–2,4 % и 0,8–3,5 % по результатам съемок 1 августа и 1 сентября соответственно. При этом численные значения показателя соответствовали 0,87–0,89 для 1 августа и 0,86–0,88 для 1 сентября. Разброс средних значений $NDVI$ для 1 июля в вариантах с использованием систем защиты составил от 0,40 до 0,52, а соответствующий показатель контрольного участка был равен 0,58.

В таблице 6 представлены рассчитанные средние значения $d_{1/2}$ аппроксимированной кривой сезонного хода $NDVI$ для контрольного и экспериментальных участков. Как видно, среднее значение показателя в контроле оказалось равным 104,0 дня, а в экспериментах с разными системами защиты достоверно ниже и составило от 85,9 до 91,8 дня.

При этом вариативность средней величины $d_{1/2}$ была выше в контроле, что видно из таблицы 6 и рисунка 2. Коэффициент вариации для контрольного участка был равен 9,6 %, а для экспериментальных он соответствовал 2,8–6,5 %.

Как видно из диаграммы размаха, частичная засоренность также присут-

Таблица 5 – Значения максимума $NDVI$ посевов сои сорта Хабаровский юбилей на контрольном и экспериментальных участках

Table 5 – Maximum $NDVI$ values of soybean crops of the variety Khabarovsky yubilyar on the control and experimental plots

Даты	Характеристика	Варианты				
		контроль	1	2	3	4
01.07	Среднее значение со стандартным отклонением	0,58±0,01	0,48±0,01	0,40±0,01	0,40±0,01	0,52±0,01
	Коэффициент вариации, %	16,0	20,1	9,8	10,7	11,1
01.08	Среднее значение со стандартным отклонением	0,88±0,01	0,87±0,01	0,87±0,01	0,87±0,01	0,89±0,01
	Коэффициент вариации, %	1,4	1,1	2,4	1,4	0,5
01.09	Среднее значение со стандартным отклонением	0,86±0,01	0,88±0,01	0,88±0,01	0,88±0,01	0,88±0,01
	Коэффициент вариации, %	3,5	1,1	1,0	0,8	0,8

Таблица 6 – Характеристики ширины максимума средней $d_{1/2}$ аппроксимированной кривой сезонного хода $NDVI$ посевов сои сорта Хабаровский юбилей на контрольном и экспериментальных участках

Table 6 – Characteristics of the maximum width average $d_{1/2}$ of the approximated seasonal $NDVI$ curve for soybean crops of the variety Khabarovsky yubilyar on the control and experimental plots

Показатели	Варианты				
	контроль	1	2	3	4
Среднее со стандартным отклонением, дни	104,0±0,7	89,3±0,4	85,9±0,1	86,2±0,2	91,8±0,2
Коэффициент вариации, %	9,6	6,5	3,0	2,8	2,9
p_{anova}	<0,05				
p (контроль – варианты)	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

ствовала на экспериментальных участках 1 и 4, что также было вызвано зарастанием северных частей участков осотом.

Проведенный корреляционный анализ позволил выявить взаимосвязи между результатами наземных и дистанционных наблюдений. Как видно из таблицы 7, показатель $d_{1/2}$ имел достоверную положительную корреляцию с засоренностью посевов при втором и третьем учетах (коэффициент корреляции в обоих случаях был равен 0,97).

При этом показатели засоренности посевов на 25 июля и 17 сентября положительно коррелировали со степенью разви-

тия и распространения листостебельных инфекций (коэффициенты корреляции составили 0,94 и 0,93 соответственно). Вместе с тем они обратно коррелировали с показателями количества продуктивных узлов, количества бобов и семян на растении, массы 1 000 семян, биологической урожайности (табл. 8). Значимая корреляция отмечалась между количеством продуктивных узлов и засоренностью посевов по второму и третьему учету (коэффициенты корреляции равны минус 0,90 и минус 0,88 соответственно).

Закключение. Было достоверно установлено, что применение систем защиты

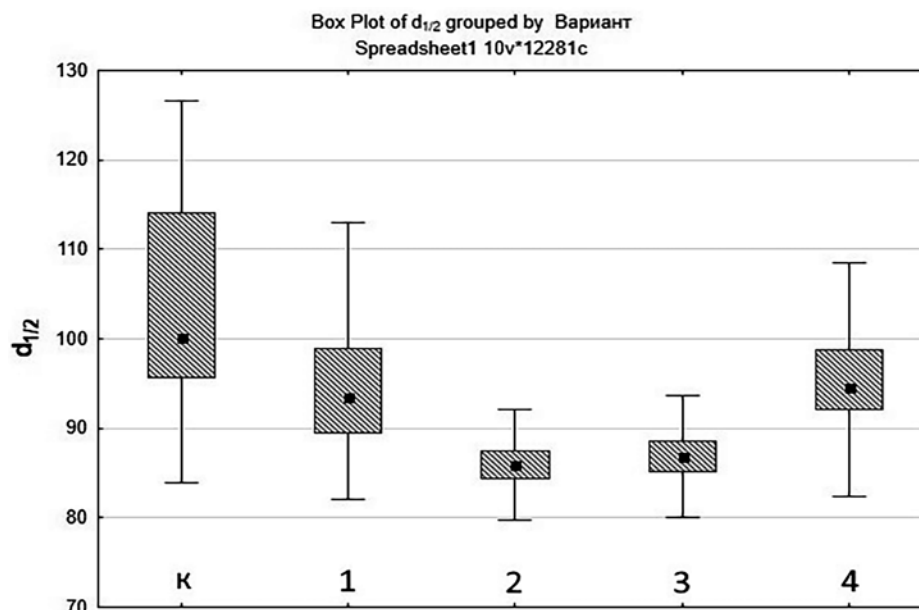


Рисунок 2 – Диаграмма размаха ширины максимума среднего $d_{1/2}$ на аппроксимированных кривых сезонного хода среднего $NDVI$ для контрольного и экспериментальных участков

Figure 2 – Box plot of the maximum width average $d_{1/2}$ on the approximated seasonal average $NDVI$ curves for the control and experimental plots

Таблица 7 – Коэффициенты корреляции Пирсона показателей засоренности и ширины максимума кривой сезонного хода $NDVI$ посевов сои

Table 7 – Pearson correlation coefficients between weed infestation indicators and the maximum width of the seasonal $NDVI$ curve for soybean crops

Показатели	Среднее $d_{1/2}$	X_1 , шт./м ²	X_2 , шт./м ²	X_3 , шт./м ²
Среднее $d_{1/2}$	–	0,58 ($p = 0,30$)	0,97 ($p = 0,01$)	0,97 ($p = 0,01$)
X_1 , шт./м ²	0,58 ($p = 0,30$)	–	0,50 ($p = 0,39$)	0,44 ($p = 0,45$)
X_2 , шт./м ²	0,97 ($p = 0,01$)	0,50 ($p = 0,39$)	–	0,99 ($p = 0,01$)
X_3 , шт./м ²	0,97 ($p = 0,01$)	0,44 ($p = 0,45$)	0,99 ($p = 0,01$)	–

Таблица 8 – Коэффициенты корреляции Пирсона показателей засоренности, степени развития болезней и структурных характеристик посевов сои

Table 8 – Pearson correlation coefficients between weed infestation indicators, disease development incidence, and structural characteristics of soybean crops

Показатели	X_2 , шт./м ²	X_3 , шт./м ²	K_y , шт.	K_6 , шт.	K_e , шт.	m_e , г	y , т/га	R_1 , %	P_1 , %
X_2 , шт./м ²	–	0,99 (0,01)	–0,90 (0,04)	–0,85 (0,07)	–0,82 (0,09)	–0,77 (0,13)	–0,76 (0,13)	0,94 (0,02)	0,94 (0,01)
X_3 , шт./м ²	0,99 (0,01)	–	–0,88 (0,04)	–0,83 (0,08)	–0,80 (0,10)	–0,75 (0,15)	–0,74 (0,16)	0,93 (0,02)	0,93 (0,02)
K_y , шт.	–0,90 (0,04)	–0,88 (0,04)	–	0,96 (0,01)	0,96 (0,01)	0,94 (0,02)	0,94 (0,02)	–0,99 (0,01)	–0,98 (0,01)
K_6 , шт.	–0,85 (0,07)	–0,83 (0,08)	0,96 (0,01)	–	0,99 (0,01)	0,99 (0,01)	0,99 (0,01)	–0,98 (0,01)	–0,97 (0,01)

Продолжение таблицы 8

Показатели	X_2 , шт./м ²	X_3 , шт./м ²	K_y , шт.	K_6 , шт.	K_c , шт.	m_c , г	y , т/га	R_1 , %	P_1 , %
K_c , шт.	-0,82 (0,09)	-0,80 (0,10)	0,96 (0,01)	0,99 (0,01)	—	0,99 (0,01)	0,99 (0,01)	-0,96 (0,01)	-0,96 (0,01)
m_c , г	-0,77 (0,13)	-0,75 (0,15)	0,94 (0,02)	0,99 (0,01)	0,99 (0,01)	—	0,99 (0,01)	-0,94 (0,01)	-0,94 (0,01)
y , т/га	-0,76 (0,13)	-0,74 (0,16)	0,94 (0,02)	0,99 (0,01)	0,99 (0,01)	0,99 (0,01)	—	-0,93 (0,01)	-0,93 (0,01)
R_1 , %	0,94 (0,02)	0,93 (0,02)	-0,99 (0,01)	-0,98 (0,01)	-0,96 (0,01)	-0,94 (0,01)	-0,93 (0,01)	—	0,99 (0,01)
P_1 , %	0,94 (0,01)	0,93 (0,02)	-0,98 (0,01)	-0,97 (0,01)	-0,96 (0,01)	-0,94 (0,01)	-0,93 (0,01)	0,99 (0,01)	—

Примечание: в скобках указана величина статистической значимости p .

растений (варианты 1–4) по сравнению с контролем способствовало снижению засоренности посевов сои (в 5–9 раз), уменьшению интенсивности развития болезней всходов и корневых гнилей (в 3,5 и 1,5 раза соответственно). Структурные показатели продуктивности (количество продуктивных узлов, бобов, семян на растении, вес семян, урожайность) в вариантах с использованием систем защиты растений превышали контрольные значения в 1,4–2,0 раза.

В результате проведенного полевого эксперимента с использованием совместного анализа наземных наблюдений и данных дистанционного зондирования установлено, что использование абсолютных значений $NDVI$ в период полного смыкания посевов сои (август – сентябрь) не позволяет выявить значимые различия в состоянии посевов контрольного и экспериментальных участков. Для всех участков в этот период была характерна низкая пространственная вариативность $NDVI$ (коэффициенты вариации 0,5–3,5 %). Вместе с тем, показатель ширины максимума $NDVI$ на половине высоты $d_{1/2}$, соответ-

ствующий продолжительности периода активной вегетации, продемонстрировал возможности для оценки засоренности и эффективности систем защиты растений.

Была выявлена достоверная положительная связь показателя $d_{1/2}$ с засоренностью на вторую и третью учетные даты (коэффициент корреляции соответствовал 0,97, $p < 0,05$), а также обратная корреляция засоренности с количеством продуктивных узлов (с коэффициентом в диапазоне от минус 0,88 до минус 0,90) и урожайностью (минус 0,75).

В целом, параметр $d_{1/2}$, рассчитанный для аппроксимированных временных рядов $NDVI$, в качестве дистанционного индикатора засоренности может использоваться для оценки эффективности систем защиты растений. Полученные результаты обосновывают целесообразность расчета этого показателя при проведении фитосанитарного мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов, что позволяет повысить объективность оценки различных защитных мероприятий и оптимизировать принятие решений в точном земледелии.

Список источников

1. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг сои на Дальнем Востоке // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 4 (68). С. 120–133. doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-15. EDN RCRIYU.
2. Выборова Т. А., Безмутко С. В. Анализ фитосанитарного состояния соевых посевов в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Т. 16. № 4. С. 19–26. doi: 10.22450/199996837_2022_4_19. EDN RXNOGO.
3. Gawęda D., Haliniarz M., Bronowicka-Mielniczuk U., Łukasz J. Weed infestation and health of the soybean crop depending on cropping system and tillage system // Agriculture. 2020. Vol. 10. No. 6. Art. 208. doi: 10.3390/agriculture10060208.

4. Khaffagy A. E., Mazrou Y. S. A., Morsy A. R., El-Mansoury M. A. M., El-Tokhy A. I., Hafez Y. Impact of irrigation levels and weed control treatments on annual weeds, physiological traits and productivity of soybean under clay soil conditions // *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 5. Art. 1037. doi: 10.3390/agronomy12051037.
5. Лысов А. К., Корнилов Т. В. Цифровые технологии дистанционного мониторинга для дискретного внесения средств защиты растений // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019. № 1 (98). С. 17–26. doi: 10.24411/0131-5226-2019-10118. EDN DRKGPC.
6. Павлюшин В. А., Лысов А. К. Фитосанитарная безопасность агроэкосистем и дистанционный фитосанитарный мониторинг в защите растений // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2019. Т. 16. № 3. С. 69–78. doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-69-78. EDN TLBKYY.
7. Шпанев А. М., Петрушин А. Ф. Применение гиперспектральной съемки с беспилотного летательного аппарата для оценки засоренности посевов зерновых культур // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2025. Т. 22. № 3. С. 136–148. doi: 10.21046/2070-7401-2025-22-3-136-148. EDN SDSYLM.
8. Tetila E. K., Moro B. L., Astolfi G. Real-time detection of weeds by species in soybean using UAV images // *Crop Protection*. 2024. Vol. 184. Art. 106846. doi:10.1016/j.cropro.2024.106846.
9. Sharma V., Honkavaara E., Hayden M., Kant S. UAV remote sensing phenotyping of wheat collection for response to water stress and yield prediction using machine learning // *Plant Stress*. 2024. Vol. 12. Art. 100464. doi: 10.1016/j.stress.2024.100464.
10. Якушев В. П., Блохин Ю. И., Блохина С. Ю. Теоретические основы дистанционной и наземной количественной оценки внутриполевой изменчивости для точного земледелия. СПб. : Агрофизический научно-исследовательский институт, 2023. 75 с.
11. Степанов А. С., Мороховец Т. В., Фомина Е. А. Оценка засоренности посевов сои на юге Дальнего Востока по данным спутника Sentinel-2 // *Достижения науки и техники АПК*. 2025. Т. 39. № 3. С. 16–21. doi: 10.53859/02352451_2025_39_3_16. EDN ХНКABG.
12. Родимцев С. А., Павловская Н. Е. Сравнительная оценка новых систем защиты и прогнозирования урожайности зерновых культур на основе данных NDVI // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2023. № 1. С. 69–79. doi: 10.36718/1819-4036-2023-1-69-79. EDN JZZITL.
13. Тишкова А. Г., Асеева Т. А. Влияние различных систем защиты на уровень развития основных фитопатогенов сои в Хабаровском крае // *Вестник университета биотехнологий*. 2025. № 1. С. 101–111. doi: 10.31677/2072-6724-2025-74-1-101-111. EDN FZRKMN.
14. Тишкова А. Г., Юрченко Т. С., Суняйкин А. А. Биологическая эффективность гербицидных обработок посевов сои и их влияние на урожайность // *Агронаука*. 2024. Т. 2. № 2. С. 84–92. doi: 10.24412/2949-2211-2024-2-2-84-92. EDN YTIJAL.
15. Спиридонов Ю. Я., Ларина Г. Е., Шестаков В. Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М. : Печатный Город, 2009. 247 с.
16. Попова О. В., Салманова И. А., Рукин В. Ф. Защита сои от вредных организмов. Воронеж : Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, 2015. 60 с.
17. Гаврилов А. А., Шутко А. П., Марюхина А. Г. Фитосанитарная диагностика болезней растений. Ставрополь : Аргус, 2004. 76 с.
18. Синеговская В. Т., Наумченко Е. Т., Кобозева Т. П. Методы исследований в полевых опытах с соей. Благовещенск : Одеон, 2016. 115 с. EDN VTTCGR.

References

1. Saenko G. M. Phytosanitary monitoring of soybean in the Far East. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa*, 2022;4(68):120-133. doi: 10.32786/2071-9485-2022-04-15. EDN RCRIYU (in Russ.).
2. Vyborova T. A., Bezmutko S. V. Analysis of the phytosanitary state of soybean crops in the conditions of Primorsky krai. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2022;16;4:19–26. doi: 10.22450/199996837_2022_4_19. EDN RXNOGO (in Russ.).
3. Gawęda D., Haliniarz M., Bronowicka-Mielniczuk U., Łukasz J. Weed infestation and health of the soybean crop depending on cropping system and tillage system. *Agriculture*, 2020; 10;6:208. doi: 10.3390/agriculture10060208.

4. Khaffagy A. E., Mazrou Y. S. A., Morsy A. R., El-Mansoury M. A. M., El-Tokhy A. I., Hafez Y. Impact of irrigation levels and weed control treatments on annual weeds, physiological traits and productivity of soybean under clay soil conditions. *Agronomy*, 2022;12;5:1037. doi: 10.3390/agronomy12051037.
5. Lysov A. K., Kornilov T. V. Digital remote monitoring technology for discrete application of plant protection products. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktov rastenievodstva i zhivotnovodstva*, 2019;1(98):17–26. doi: 10.24411/0131-5226-2019-10118. EDN DRKGPC (in Russ.).
6. Pavlyushin V. A., Lysov A. K. Phytosanitary safety of agro-ecological systems and remote phytosanitary monitoring in plant protection. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2019;16;3:69–78. doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-69-78. EDN TLBKYY (in Russ.).
7. Shpanev A. M., Petrushin A. F. Application of hyperspectral imaging from an unmanned aerial vehicle to assess weed infestation of grain crops. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa*, 2025;22;3:136–148. doi: 10.21046/2070-7401-2025-22-3-136-148. EDN SDSYLM (in Russ.).
8. Tetila E. K., Moro B. L., Astolfi G. Real-time detection of weeds by species in soybean using UAV images. *Crop Protection*, 2024;184:106846. doi:10.1016/j.cropro.2024.106846.
9. Sharma V., Honkavaara E., Hayden M., Kant S. UAV remote sensing phenotyping of wheat collection for response to water stress and yield prediction using machine learning. *Plant Stress*, 2024;12:100464. doi: 10.1016/j.stress.2024.100464.
10. Yakushev V. P., Blokhin Yu. I., Blokhina S. Yu. *Theoretical foundations of remote and ground-based quantification of in-field variability for precision farming*, Saint Petersburg, Agrofizicheskii nauchno-issledovatel'skii institut, 2023, 75 p. (in Russ.).
11. Stepanov A. S., Morokhovets T. V., Fomina E. A. Assessment of weed infestation of soybean crops in the southern Far East using Sentinel-2 satellite data. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2025;39;3:16–21. doi: 10.53859/02352451_2025_39_3_16. EDN XHKABG (in Russ.).
12. Rodimtsev S. A., Pavlovskaya N. E. Comparative evaluation of new systems to protect and forecast crop yields based on NDVI data. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2023;1:69–79. doi: 10.36718/1819-4036-2023-1-69-79. EDN JZZITL (in Russ.).
13. Tishkova A. G., Aseeva T. A. Influence of various protection systems on the level of development of the main phytopathogens of soybean in Khabarovsk krai. *Vestnik universiteta biotekhnologii*, 2025;1:101–111. doi: 10.31677/2072-6724-2025-74-1-101-111. EDN FZRKMN (in Russ.).
14. Tishkova A. G., Yurchenko T. S., Sunyaikin A. A. Biological effectiveness of herbicide treatments of soybean crops and their influence on productivity. *Agronauka*, 2024;2;2:84–92. doi: 10.24412/2949-2211-2024-2-2-84-92. EDN YTJIAL (in Russ.).
15. Spiridonov Yu. Ya., Larina G. E., Shestakov V. G. *Guidelines for studying herbicides used in crop production*, Moscow, Pechatnyi Gorod, 2009, 247 p. (in Russ.).
16. Popova O. V., Salmanova I. A., Rukin V. F. *Protection of soybeans from harmful organisms*, Voronezh, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut zashchity rastenii, 2015, 60 p. (in Russ.).
17. Gavrilov A. A., Shutko A. P., Maryuhina A. G. *Phytosanitary diagnostics of plant diseases*, Stavropol, Argus, 2004, 76 p. (in Russ.).
18. Sinegovskaya V. T., Naumchenko E. T., Kobozeva T. P. *Research methods in field experiments with soybeans*, Blagoveshchensk, Odeon, 2016, 115 p. EDN VTTCGR (in Russ.).

© Степанов А. С., Тишкова А. Г., Бордаков А. С., 2026

Статья поступила в редакцию 16.05.2026; одобрена после рецензирования 10.06.2026; принята к публикации 11.06.2026.

The article was submitted 16.05.2026; approved after reviewing 10.06.2026; accepted for publication 11.06.2026.

Информация об авторах

Алексей Сергеевич Степанов, доктор фармацевтических наук, главный научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: 0000-0001-8395-8350, Author ID: 247904, stepanfx@mail.ru;

Анна Геннадьевна Тишкова, научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID: 0000-0002-4015-814X, Author ID: 1058133, Betula2717@mail.ru;

Артем Сергеевич Бордаков, инженер, Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, ORCID: 0009-0006-4991-7129, Author ID: 1306414, 979artem979@gmail.com

Information about the authors

Alexey S. Stepanov, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Chief Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID: 0000-0001-8395-8350, Author ID: 247904, stepanfx@mail.ru;

Anna G. Tishkova, Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID: 0000-0002-4015-814X, Author ID: 1058133, Betula2717@mail.ru;

Artyom S. Bordakov, Engineer, Computing Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0009-0006-4991-7129, Author ID: 1306414, 979artem979@gmail.com

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL BREEDING AND VETERINARY

Научная статья

УДК 636.083.42:636.034

EDN LJVUCY

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-47-53>**Влияние профилактической обрезки копытцев при активном моционе на продуктивность коров и продолжительность межотельного периода****Сергей Гуламжанович Камышенцев¹, Роини Леванович Шарвадзе²**^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ sergeykamysh@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния профилактической обрезки копытцев и активного моциона на молочную продуктивность и репродуктивные показатели новотельных коров. Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях животноводческой фермы АО «Димское» Тамбовского муниципального округа Амурской области на трех группах новотельных коров (контрольная и две опытные) по 9 голов в каждой. Для подопытных животных применялась общехозяйственная технология содержания, кормления, поения и доения. В первой опытной группе дважды проводили профилактическую обрезку копытцев, во второй – обрезку копытцев в сочетании с ежедневным активным моционом на 2 км. Установлено, что в опытных группах фактический надой за лактацию увеличился на 8,6–11,6 % ($P < 0,05$), межотельный период сократился на 19–31 день по сравнению с контролем. Контроль надоев осуществлялся на протяжении всего эксперимента путем проведения ежедекадного индивидуального учета молочной продуктивности от каждой коровы. Рацион был составлен строго с учетом молочной продуктивности коров и фазы лактации, что позволило обеспечить потребности животных в энергии и питательных веществах. Наибольший эффект достигнут при сочетании обрезки копытцев и активного моциона. Это выступает эффективным технологическим приемом, позволяющим увеличить объем молока за лактацию и оптимизировать продолжительность межотельного периода.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы, профилактическая обрезка копытцев, активный моцион, молочная продуктивность, межотельный период, сервис-период

Для цитирования: Камышенцев С. Г., Шарвадзе Р. Л. Влияние профилактической обрезки копытцев при активном моционе на продуктивность коров и продолжительность межотельного периода // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 47–53. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-47-53>.

Original article

The effect of preventive hoof trimming with active exercise on cow productivity and the duration of the interbody period**Sergey G. Kamyshentsev¹, Roini L. Sharvadze²**^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation¹ sergeykamysh@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of preventive hoof trimming and active exercise on dairy productivity and reproductive performance of new-bodied cows. Ex-

perimental studies were conducted in the conditions of a farm of Dimskoe JSC in the Tambovsky municipal district of the Amur region. Three groups of newly bred cows (control and two experimental) with 9 heads each were identified. The experimental animals were treated using the technology of keeping, feeding, watering and milking adopted at the enterprise. In the first experimental group, preventive hoof trimming was performed twice, in the second group, hoof trimming was performed in combination with daily active exercise for 2 km. It was found that in the experimental groups, the actual lactation dose increased by 8.6–11.6% ($P < 0.05$), the interbody period decreased by 19–31 days compared with the control. Therefore, the greatest effect is achieved by combining hoof trimming and active exercise. This allows us to recommend this technological technique to livestock enterprises to increase the productivity of cows and optimize the time of the interbody period.

Keywords: cattle, cows, preventive hoof trimming, active exercise, milk productivity, inter-calving interval, service period

For citation: Kamyshentsev S. G., Sharvadze R. L. The effect of preventive hoof trimming with active exercise on cow productivity and the duration of the interbody period. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:47–53. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-47-53>.

Введение. Активные прогулки и регулярные профилактические мероприятия по уходу за конечностями животных являются одним из важнейших аспектов поддержания здоровья и продуктивности крупного рогатого скота. В связи с переводом молочных стад на круглогодичный стойловый способ содержания проблема гиподинамии дойных коров выходит на первый план. Активный моцион способствует улучшению кровообращения, укреплению мышц и повышению общего уровня здоровья животного, что положительно сказывается на объемах производства молока и качестве продукции. Обрезка копыт помогает предотвратить заболевания конечностей, снижающие производительность коров и увеличивающие риск возникновения проблем с воспроизводством [1–13].

Целью исследований явилось изучение влияния профилактической обрезки копыт при активном и пассивном моционе на продуктивность коров и продолжительность межотельного периода. Достижение поставленной цели осуществлялось при одновременном решении двух основных задач: выяснить насколько применяемые технологические приемы влияют на продуктивные показатели коров; установить, как эти приемы отразятся на продолжительности межотельного периода высокопродуктивных коров.

Материалы и методика проведения исследований. Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях АО «Димское» Тамбовского муниципального округа Амурской области с 1 апреля 2025 г. по

31 марта 2026 г. За неделю до учетного периода из числа новотельных коров по методу пар-аналогов были сформированы три подопытные группы по 9 голов в каждой: контрольная и две опытные. В каждой группе коровы распределялись следующим образом: по одной корове – на первой, третьей и пятой лактации, по две коровы – на второй лактации и по четыре – на четвертой. Учитывались даты отела, продуктивность и живая масса [1].

Для всех подопытных животных применялась общехозяйственная технология содержания, кормления, поения и доения: привязный способ содержания с выгулом на прифермский выгульный двор в течение 4–5 часов в безветренную погоду при температуре не ниже минус 15 °С. За первые сто дней лактации доение новотельных коров проводили три раза в день, затем до конца лактации – два раза в день. По результатам контрольных доек ежедневно учитывали количество и качество надоенного молока от каждой коровы.

Кормление коров осуществлялось два раза в день монокормом, в состав которого входили: силос кукурузный, сенаж из люцерны и разнотравья, размол, шрот соевый и комплекс кормовых добавок. Рацион был сбалансирован с учетом продуктивности коров и фазы лактации, он соответствовал нормам [14, 15].

В обеих опытных группах дважды проводили профилактическую обрезку копыт – в конце первого и в начале последнего месяца лактации. Во второй опытной группе дополнительно применяли ежедневный активный моцион на

расстояние 2 км. После моциона коров размещали на общем выгульном дворе со всеми другими животными до вечернего кормления и доения. После лактации всех подопытных животных переводили в цех для сухостойных коров и продолжали наблюдение до отела.

Статистическую обработку данных проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Основная задача молочного скотоводства – получение максимального количества высококачественного молока и приплода в физиологически установленные сроки с сохранением здоровья коров. Результаты анализа ключевых показателей молочной продуктивности подопытных коров приведены в таблице 1.

Анализ данных показывает, что среднесуточный надой в начале опыта по группам примерно одинаков. К 11-й контрольной дойке в опытных группах показатели достоверно выше ($P < 0,05$), чем в

контрольной. К концу лактации продуктивность снизилась, но в опытных группах она осталась выше (13,0 и 13,5 кг против 11,6 кг в контроле). Фактический надой за лактацию в первой и второй опытных группах составил 10 927 и 11 231 кг, что на 8,6 и 11,6 % выше контроля ($P < 0,05$).

Жирность молока менялась в течение лактации, но достоверных межгрупповых различий не выявлено. Средняя жирность за лактацию составила 3,66–3,67 % во всех группах. Таким образом, обрезка копыт и активный мочийон практически не повлияли на жирность, но достоверно повысили надой. При пересчете на 4-процентное молоко разница с контролем составила 7,7 и 10,4 % в пользу опытных групп. Такой же результат был получен при расчете количества молочного жира за тот же период.

Таким образом, обрезка копыт положительно влияет на молочную продуктивность коров (первая опытная группа). Этот эффект усиливается с применением активного моциона (вторая опытная группа). При этом качественные показатели

Таблица 1 – Анализ основных показателей молочной продуктивности подопытных коров за лактацию ($M \pm m$)

Table 1 – Analysis of the main indicators of milk productivity of experimental cows per lactation ($M \pm m$)

Показатели	Контрольная группа	Первая опытная группа	Вторая опытная группа
<i>Начало опыта (первая контрольная дойка)</i>			
Среднесуточный надой, кг	39,5±5,21	40,2±5,88	39,0±4,27
Средняя жирность молока, %	3,49±0,02	3,51±0,03	3,51±0,04
<i>Конец первой фазы лактации (11-я контрольная дойка)</i>			
Среднесуточный надой, кг	40,2±2,12	45,7±2,27*	46,5±3,25*
Средняя жирность молока, %	3,71±0,04	3,69±0,09	3,71±0,06
<i>Конец лактации (31-я контрольная дойка)</i>			
Среднесуточный надой, кг	11,6±2,94	13,0±3,26	13,5±1,77
Средняя жирность молока, %	3,81±0,06	3,78±0,06	3,78±0,11
Фактический надой за лактацию, кг	10 065±105,6	10 927±170,3*	11 231±209,2*
в % к контролю	100,0	108,6	111,6
Средняя жирность молока за опыт, %	3,67±0,13	3,66±0,05	3,67±0,08
Среднее содержание белка, %	3,01±0,03	3,01±0,02	3,03±0,02
Количество молочного жира за лактацию, кг	372,4	401,0	411,1
Надой за лактацию в пересчете на 4-процентное молоко, кг	9 310	10 026	10 276
в % к контролю	100,0	107,7	110,4
* различия достоверны по сравнению с контролем ($P < 0,05$).			

Таблица 2 – Анализ межотельного цикла подопытных коров ($M \pm m$)Table 2 – Analysis of the inter-calving cycle of experimental cows ($M \pm m$)

В днях (in days)

Группа	Сервис-период	Лактационный период	Сухостойный период	Период стельности	Межотельный период
Контрольная	130,4±61,3	342,6±28,3	68,0±8,3	280,2±10,4	410,6±16,0
Первая опытная	107,7±58,5*	334,8±25,5	56,7±9,4	283,8±13,2	391,5±8,1*
Вторая опытная	95,2±35,5*	322,6±24,5*	57,1±10,4	284,5±11,2	379,7±12,8*
* различия достоверны по сравнению с контролем ($P < 0,05$).					

молока (содержание жира и белка в молоке) не ухудшаются.

Грамотный контроль межотельного цикла – основа рентабельного молочного хозяйства. Цикл складывается из двух ключевых периодов – стельности и сервис-периода. Для выявления лучшей группы нами проведен анализ межотельного цикла подопытных коров (табл. 2).

Из данных следует, что только во второй опытной группе все коровы пришли в охоту своевременно и были плодотворно осеменены. Плодотворное осеменение было подтверждено результатами ультразвукового исследования. Сервис-период в среднем составил 95,2 дня, межотельный период – 379,7 дня. Это практически идеальный показатель для высокопродуктивных коров.

Самый длинный межотельный период отмечен в контрольной группе (410,6 дня) с максимальным сервис-периодом (130,4 дня) ($P < 0,05$). Первая опытная группа заняла промежуточное положение. Отклонения в сервис-периоде связаны с тем, что некоторые коровы вовремя пришли в охоту, а часть коров были со скрытой половой охотой.

Положительные результаты, полученные в опытных группах, обуслов-

лены, прежде всего, профилактической обрезкой копыт. Благодаря обработке копыт устраняются проблемы, связанные с хромотой и болевыми ощущениями при ходьбе, что благоприятно сказывается на общем состоянии коров.

Во второй опытной группе эффект был усилен за счет активного моциона: движение на свежем воздухе улучшает обмен веществ и усвоение питательных веществ, что способствует более активному и своевременному проявлению охоты и росту молочной продуктивности.

Результаты проведенного эксперимента совпадают с результатами аналогичных исследований [2, 5, 7, 9, 12, 16], проведенных как отечественными, так и зарубежными авторами.

Заключение. Анализ показателей молочной продуктивности и продолжительности межотельного цикла подопытных коров показал, что профилактическая обрезка копыт в конце первого месяца лактации и за месяц до сухостойного периода в сочетании с активным моционом положительно влияет на продуктивность коров, позволяя на 11,6 % увеличить фактический надой за лактацию и улучшить показатели межотельного цикла.

Список источников

1. Чабаев М. Г., Шарвадзе Р. Л., Бурмага А. В., Камышенцев С. Г. Активный моцион и уход за копытами как факторы улучшения продуктивности и воспроизводства высокопродуктивных коров // Проблемы развития АПК региона. 2025. № 4 (64). С. 131. doi: 10.52671/20790996_2025_4_131. EDN LCFBYU.

2. Бородулина В. Профилактика заболеваний копыт у коров // Животноводство России. 2023. № 4. С. 35–36. doi: 10.25701/ZZR.2023.03.03.005. EDN WJHXFJ.

3. Белоусов А. И., Халтурина Л. В., Малков С. В. Клинико-ортопедическая диспансеризация коров при беспривязном содержании // Ветеринария Кубани. 2020. № 5. С. 14–17. doi: 10.33861/2071-8020-2020-5-14-17. EDN ZKRKJM.
4. Быстрова И. Ю. Влияние хозяйственно-биологических признаков на биофизические свойства копытцевого рога коров // Зоотехния. 2007. № 8. С. 29–30. EDN JWLFUH.
5. Валитов Х. З., Аксянов Ф. М., Карамаев С. В. Продуктивное долголетие коров в зависимости от твердости и упругости копытцевого рога // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 2 (30). С. 122–125. EDN NUULBT.
6. Камышенцев С. Г., Казарьянц М. А. Влияние условий содержания и своевременности обработки копытцев на продуктивность молочного скота // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. С. 28–34. EDN YRXOAF.
7. Крючкова Н. Н. Продолжительность хозяйственного использования и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в условиях Рязанской области // Сборник научных трудов. Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет, 2009. С. 226–228. EDN RXLBZR.
8. Колесников В. К. К проблеме профилактики хромоты и заболеваний дистального отдела конечностей коров // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России : материалы IV междунар. науч.-практ. конф. Чебоксары : Чувацкий государственный аграрный университет, 2024. С. 123–126. EDN TIWICV.
9. Eicher S. D., Lay D. C., Arthington J. D., Schutz M. M. Effects of rubber flooring during the first 2 lactations on production, locomotion, hoof health, immune functions, and stress // Journal of Dairy Science. 2013. Vol. 96. No. 6. P. 3639–3651. doi: 10.3168/jds.2012-6049.
10. Bicalho R. C., Warnick L. D., Guard C. L. Strategies to analyze milk losses caused by diseases with potential incidence throughout the lactation: A lameness example // Journal of Dairy Science. 2008. Vol. 91. P. 2653–2661. doi: 10.3168/jds.2007-0744.
11. Haskell M. J., Rennie L. J., Howell V. A., Bell M. J., Lawrence A. B. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows // Journal of Dairy Science. 2006. Vol. 89. P. 4259–4266. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72472-9.
12. Rushen J., de Passillé A. M. Effects of roughness and compressibility of flooring on cow locomotion // Journal of Dairy Science. 2006. Vol. 89. P. 2965–2972. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72568-1.
13. Yakan S. Effects of hoof trimming on feed consumption, milk yield, oxidant and antioxidant system in dairy cows with hoof deformities // Journal of Advances in VetBio Science and Techniques. 2023. Vol. 8. No. 1. P. 47–58. doi: 10.31797/vetbio.1095385. EDN CBBREF.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных : справочное пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова. М., 2003. 305 с.
15. Нормы кормления и кормовые добавки для сельскохозяйственных животных : справочник. М. : ВИЖ, 2018.
16. Сейдалиев Н. Б., Джунусова Р. Ж., Майкотов А. Н. Эффективные приемы повышения фертильности коров в молочном скотоводстве // Наука и образование. 2019. № 3 (56). С. 298–303. EDN YZTOEO.

References

1. Chabaev M. G., Sharvadze R. L., Burmaga A. V., Kamyshentsev S. G. Active exercise and hoof care as factors for improving productivity and reproduction of highly productive cows. *Problemy razvitiya APK regiona*, 2025;4(64):131. doi: 10.52671/20790996_2025_4_131. EDN LCFBYU (in Russ.).
2. Borodulina V. Prevention of hoof diseases in cows. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2023;4:35–36. doi: 10.25701/ZZR.2023.03.03.005. EDN WJHXFJ (in Russ.).

3. Belousov A. I., Khalturina L. V., Malkov S. V. Clinical and orthopedic medical examination of cows with loose keeping. *Veterinariya Kubani*, 2020;5:14–17. doi: 10.33861/2071-8020-2020-5-14-17. EDN ZKRKJM (in Russ.).
4. Bystrova I. Yu. The influence of economic and biological characteristics on the biophysical properties of the hoof horn of cows. *Zootekhnika*, 2007;8:29–30. EDN JWLFUH (in Russ.).
5. Valitov Kh. Z., Aksyanov F. M., Karamaev S. V. Productive longevity of cows depending on the hardness and elasticity of the hoof horn. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011;2(30):122–125. EDN NUULBT (in Russ.).
6. Kamyshtentsev S. G., Kazaryants M. A. The influence of keeping conditions and timely processing of hooves on the productivity of dairy cattle. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: 2-ya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 28–34), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025. EDN YRXOAF (in Russ.).
7. Kryuchkova N. N. Duration of economic use and milk productivity of black and motley breed cows in the Ryazan region. Proceedings from *Sbornik nauchnykh trudov*. (PP. 226–228), Ryazan, Ryazanskii gosudarstvennyi agrotekhnologicheskii universitet, 2009. EDN RXLBZR (in Russ.).
8. Kolesnikov V. K. On the problem of preventing lameness and diseases of the distal extremities of cows. Proceedings from Scientific and educational environment as a basis for the development of the intellectual potential of agriculture in the regions of Russia: IV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 123–126), Cheboksary, Chuvashskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024. EDN TIWICV (in Russ.).
9. Eicher S. D., Lay D. C., Arthington J. D., Schutz M. M. Effects of rubber flooring during the first 2 lactations on production, locomotion, hoof health, immune functions, and stress. *Journal of Dairy Science*, 2013;96;6:3639–3651. doi: 10.3168/jds.2012-6049.
10. Bicalho R. C., Warnick L. D., Guard C. L. Strategies to analyze milk losses caused by diseases with potential incidence throughout the lactation: A lameness example. *Journal of Dairy Science*, 2008;91:2653–2661. doi: 10.3168/jds.2007-0744.
11. Haskell M. J., Rennie L. J., Howell V. A., Bell M. J., Lawrence A. B. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2006;89:4259–4266. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72472-9.
12. Rushen J., de Passillé A. M. Effects of roughness and compressibility of flooring on cow locomotion. *Journal of Dairy Science*, 2006;89:2965–2972. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72568-1.
13. Yakan S. Effects of hoof trimming on feed consumption, milk yield, oxidant and antioxidant system in dairy cows with hoof deformities. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 2023;8;1:47–58. doi: 10.31797/vetbio.1095385. EDN CBBREF.
14. Kalashnikov A. P., Fisinin V. I., Shcheglov V. V. (Eds.). *Norms and rations of feeding farm animals: a reference guide*, Moscow, 2003, 305 p. (in Russ.).
15. *Feeding standards and feed additives for farm animals: a reference book*, Moscow, VIZh, 2018 (in Russ.).
16. Seidaliev N. B., Dzhunusova R. Zh., Maikotov A. N. Effective methods of increasing the fertility of cows in dairy cattle breeding. *Nauka i obrazovanie*, 2019;3(56):298–303. EDN YZTOEO (in Russ.).

© Камышенцев С. Г., Шарвадзе Р. Л., 2026

Статья поступила в редакцию 13.05.2026; одобрена после рецензирования 09.06.2026; принята к публикации 11.06.2026.

The article was submitted 13.05.2026; approved after reviewing 09.06.2026; accepted for publication 11.06.2026.

Информация об авторах

Камышенцев Сергей Гуламжанович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1758-4758>, Author ID: 1222130, kamyshentsevsg@gmail.com;

Шарвадзе Роини Леванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4624-5620>, Author ID: 478002, roiny64@mail.ru

Information about the authors

Sergey G. Kamyshentsev, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1758-4758>, Author ID: 1222130, kamyshentsevsg@gmail.com;

Roini L. Sharvadze, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Feeding, Breeding, Zoo Hygiene and Production of Animal Products, Far Eastern State Agrarian University, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4624-5620>, Author ID: 478002, roiny64@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 636.5.087.7

EDN LSHZCE

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-54-62>

Эффективность использования кормовой добавки фитобиотика в рационе цыплят-бройлеров

Александр Александрович Овчинников¹, Александр Максимович Козырев²^{1,2} Южно-Уральский государственный аграрный университетЧелябинская область, Троицк, Россия, ovchin@bk.ru

Аннотация. Установлено, что включение в рацион цыплят-бройлеров кормовой добавки фитобиотика Экстра Спайси в дозировках 0,35; 0,50 и 0,65 кг/т корма оказало стимулирующее влияние на рост птицы. Доказаны наилучшие результаты в группе с нормой ввода фитобиотика 0,50 кг/т корма. Экспериментально подтверждено, что абсолютный прирост живой массы бройлеров данной группы в сравнении с контрольной выше на 3,6 % и обеспечил полную сохранность поголовья. В физиологическом опыте обосновано положительное влияние фитобиотика на переваримость сухого и органического вещества корма. Так, переваримость сырого протеина увеличилась на 1,34 %, сырого жира – на 5,17 %, клетчатки – на 1,84 %, безазотистых экстрактивных веществ – на 1,23 %. При этом потери азота с пометом снизились на 10,6 %, что увеличило его отложение в теле. В свою очередь, у бройлеров со средней дозировкой фитобиотика в рационе в крови отмечено повышение количества общего белка на 29,6 %. Биологически активный комплекс фитобиотика на фоне снижения общих липидов в сыворотке крови увеличил их транспорт за счет бета-липопротеидов на 19,7 %, а также соотношение кальция и фосфора до оптимального уровня. Подтверждено, что с повышением дозировки фитобиотика в рационе бройлеров наблюдался рост гемоглобина в единице цельной крови птицы с максимальным различием в 6,9 % в группе со средней дозировкой кормовой добавки. Выяснено, что использование фитобиотика позволило снизить затраты корма на единицу прироста живой массы на 5,9 % в группе с низкой дозировкой Экстра Спайси, на 8,0 % – при средней и на 5,1 % – при высокой дозировке. Рентабельность производства возросла соответственно на 1,3; 2,1 и 0,6 %, европейский индекс эффективности производства мяса увеличился на 55; 61 и 46 ед. соответственно.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка, фитобиотик, живая масса, переваримость питательных веществ рациона, баланс азота, затраты корма, рентабельность

Для цитирования: Овчинников А. А., Козырев А. М. Эффективность использования кормовой добавки фитобиотика в рационе цыплят-бройлеров // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 54–62. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-54-62>.

Original article

Efficiency of using phytobiotic feed additive in the diet of broiler chickens

Alexander A. Ovchinnikov¹, Alexander M. Kozyrev²^{1,2} South Ural State Agrarian University, Chelyabinsk region, Troitsk, Russian Federationovchin@bk.ru

Abstract. It was established that the inclusion of the Extra Spicy phytobiotic feed additive in the broiler chicken diet at dosages of 0.35; 0.50 and 0.65 kg/t of feed stimulated poultry growth.

The best results were proved in the group with a phytobiotic intake rate of 0.50 kg/t of feed. It has been experimentally confirmed that the absolute increase in live weight of broilers in this group is 3.6% higher than in the control group and ensures the complete safety of the livestock. The positive effect of phytobiotics on the digestibility of dry and organic matter of feed has been substantiated in physiological experience. The digestibility of crude protein increased by 1.34%, crude fat – by 5.17%, fiber – by 1.84%, nitrogen-free extractives – by 1.23%. At the same time, nitrogen losses with manure decreased by 10.6%. In broilers with an average dosage of phytobiotic in the diet, an increase in the amount of total protein in the blood was noted by 29.6%. The biologically active phytobiotic complex, against the background of a decrease in total lipids in the blood serum, increased their transport due to beta-lipoproteins by 19.7%, as well as the ratio of calcium and phosphorus to an optimal level. It was confirmed that with an increase in the dosage of phytobiotic in the diet of broilers, an increase in hemoglobin per unit of whole poultry blood was observed. It has been proven that the use of phytobiotics has reduced feed costs per unit of body weight gain by 5.9% in the low-dose group, by 8.0% in the medium-dose group and by 5.1% in the high-dose group. Profitability of production increased by 1.3%, 2.1% and 0.6%, respectively; the European meat production efficiency index increased by 55, 61 and 46 units, respectively.

Keywords: broiler chickens, feed additive, phytobiotic, live weight, nutrient digestibility, nitrogen balance, feed costs, profitability

For citation: Ovchinnikov A. A., Kozyrev A. M. Efficiency of using phytobiotic feed additive in the diet of broiler chickens. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:54–62. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-54-62>.

Введение. Основной удельный вес в рационе сельскохозяйственной птицы занимают концентрированные корма, являющиеся источником протеина, энергии и фосфора. Однако в природных условиях птица потребляет в основном зеленые корма, содержащие богатый набор биологически активных веществ, благодаря чему организм получает в достаточном количестве витамины, легкопереваримые белки, жиры и углеводы, а также минеральные комплексы из макро- и микроэлементов.

Промышленная технология исключает такую возможность и единственным источником растительного биологически активного комплекса являются фитобиотики в виде кормовых добавок моно- или комплексного состава [1, 2].

Содержащиеся в них разнообразные группы химических соединений выполняют в организме птицы различные функции по защите организма от внешнего и внутреннего патогена, нормализуют микробиом желудочно-кишечного тракта, повышают переваримость питательных веществ рациона и обмен веществ [3, 4]. В совокупности увеличивается резистентность организма к технологическому стрессу, наблюдается пролонгация поствакцинального иммунитета, возрастает

сохранность поголовья, его продуктивность и, как следствие, рентабельность производства [5–8].

Научно доказано, что современные кормовые добавки фитобитиков в рационе сельскохозяйственной птицы могут в полной мере противостоять антибактериальным препаратам, которые имеют кумулятивный эффект и при длительном применении снижают иммунную защиту организма, отрицательно воздействуют на качество получаемой продукции и организм ее потребителя – человека [9].

Фитобиотики хорошо совместимы с другими биологически активными добавками, такими как пробиотики и пребиотики, витамины и минеральные элементы. В такой комбинации они в большей степени проявляют продуктивный эффект в сравнении с их отдельным применением.

Наибольшей заслугой фитобиотиков является их позитивное влияние на группу простейших, паразитирующих в желудочно-кишечном тракте птицы. Обладая фитонцидными свойствами, отдельная группа фитобитиков используется как стимулятор обменных процессов в организме, способна лизировать оболочку клетки простейших (эймерии), направлять метаболизм по анаболическому пути на

повышение продуктивности и сохранности поголовья. К группе таких кормовых добавок относится фитобитик на основе чеснока Экстра Спайси.

Целью исследований являлось изучение влияния кормовой добавки Экстра Спайси на продуктивность, переваримость питательных веществ и показатели экономической эффективности выращивания цыплят-бройлеров.

Условия, объекты и методика исследований. Базовым предприятием для проведения исследований было выбрано ООО «Магнитогорский птицеводческий комплекс», занимающееся выращиванием кросса цыплят-бройлеров «Росс-308» при полном содержании птицы.

Четыре группы суточного молодняка, по 35 голов в каждой, получали стандартный рецепт полнорационного комбикорма ПК-5 и ПК-6, отвечающего полностью детализированной системе нормированного кормления.

В комбикорм опытных групп птицы дополнительно был введен фитобиотик Экстра Спайси в следующих дозировках:

- 0,35 кг/т корма (I опытная);
- 0,50 кг/т корма (II опытная);
- 0,65 кг/т корма (III опытная группа).

При свободном доступе к корму и воде птицей всех групп, условия содержания были также одинаковыми в соответствии с требованиями данного кросса.

Динамика живой массы контролировалась индивидуальным взвешиванием каждой головы с 7-суточным интервалом, на основании чего был рассчитан абсолютный и среднесуточный прирост [10]. Сохранность поголовья учитывалась ежедневно в каждой группе. Различие в степени переваримости сухого вещества и органической части корма сравнивали по результатам балансового опыта в возрасте бройлеров 35 суток. На основании полученных данных проведен расчет баланса азота и его использования. Влияние фитобиотика на обмен веществ в организме птицы опытных групп сравнивали по отдельным метаболитам белкового, углеводного и липидного обмена, содержащихся в крови птицы на завершающем этапе выращивания (38 суток). Затраты корма и расчет отдельных экономических показателей производили по завершению всего

экспериментального периода, руководствуясь методическими рекомендациями Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства [11].

Результаты исследований и их обсуждение. Оценивая полноценность кормления цыплят-бройлеров на предприятии, следует заметить, что четырехфазовая система выращивания с использованием принятых в определенные периоды рецептов комбикорма (1–10 суток – ПК-5-1; 11–24 суток – ПК-5-2; 25–34 суток – ПК-6-1 и 35–38 суток – ПК-6-2) характеризуется: повышающейся с возрастом концентрацией обменной энергии (с 299 до 310 ккал на 100 г корма); снижением сырого протеина (с 22,5 до 19,3 %); ростом уровня сырой клетчатки (с 3,3 до 4,1 %); понижением уровня лизина (с 1,28 до 1,10 %) и метионина с цистином (с 1,03 до 0,88 %).

В результате энерго-протеиновое отношение корма находилось в интервале от 132 до 160 ккал на один процент сырого протеина.

Периодичность взвешивания бройлеров в течение производственного цикла показала (табл. 1), что наилучшие показатели динамики живой массы имела птица двух последних опытных групп, получавшая фитобиотик в средней и высокой дозировке. Со второй недели птица соответствующих групп превосходила контрольную на 4,1–4,9 %, в трехнедельном возрасте – на 1,7–1,9 %. На завершающем этапе разница в абсолютном приросте живой массы составила 3,6 %, в то время как в первой опытной группе она была 2,0 %. При этом полная сохранность поголовья за период научно-хозяйственного опыта отмечена в I и во II группе, а в III группе она была выше контрольной на 5,7 %.

Влияние разных доз фитобиотика на рост птицы опытных групп можно объяснить различием в переваримости питательных веществ рациона (табл. 2).

С повышением дозировки фитобиотика переваримость сухого вещества рациона опытных групп в сравнении с контрольной увеличилась на 0,9 % в первой, на 1,22 % – во второй и на 0,41 % – в третьей группе; органического вещества соответственно на 1,05; 1,64 и 0,80 %. В то же время у птицы второй группы сырого протеина переваривалось больше на

Таблица 1 – Изменения живой массы и сохранности поголовья цыплят-бройлеров

Table 1 – Changes in live weight and survival of broiler chickens

Показатели	Группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Возраст: 1 сутки	40,97±0,27	40,80±0,15	40,77±0,26	40,83±0,29
7 суток	182,80±1,43	183,03±1,75	190,37±1,24	191,86±1,13
14 суток	489,40±4,54	490,34±4,32	510,66±3,96	511,69±3,83
21 сутки	960,09±6,23	965,74±6,19	976,20±6,80	978,46±5,57
28 суток	1 516,57±9,38	1 545,80±8,64	1 579,94±9,39	1 580,00±9,06
38 суток	2 194,94±16,74	2 238,17±18,20	2 272,74±15,50	2 273,76±18,59
Абсолютный прирост, г	2 153,97±16,78	2 197,37±18,20	2 231,97±15,47	2 232,93±18,57
в процентах к контрольной группе	100,0	102,0	103,6	103,6
Среднесуточный прирост, г	56,68±0,44	57,83±0,48	58,74±0,41***	58,76±0,49***
Сохранность, %	91,4	100,0	100,0	97,1
*** $P \leq 0,001$.				

Таблица 2 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона цыплят-бройлеров

Table 2 – Digestibility coefficients of nutrients in the diet of broiler chickens

В процентах (in percent)

Показатели	Группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Сухое вещество	77,35±0,40	78,25±0,40	78,57±0,42	77,76±0,14
Органическое вещество	79,42±0,39	80,47±0,35	81,06±0,34***	80,22±0,26*
Сырой протеин	78,49±0,21	79,38±0,36	79,83±0,53*	78,66±0,14
Сырой жир	74,38±1,20	77,22±0,54***	79,55±0,49***	76,75±0,37
Сырая клетчатка	22,42±0,73	23,42±0,49	24,26±0,44	23,07±0,50
Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ)	87,09±0,55	87,77±0,73	88,32±0,48	88,02±0,23
* $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,001$.				

1,34 % ($P \leq 0,05$), сырого жира – на 5,17 % ($P \leq 0,001$), сырой клетчатки – на 1,84 %, безазотистых экстрактивных веществ – на 1,23 %. В остальных опытных группах различие было менее выражено.

Азотистые вещества корма играют важную роль в построении белков тела, обмена веществ, гормонального обмена. Величина ретенции азота в организме рассчитывается по количеству поступившего и выделенного с пометом. Данные по азотистому обмену показаны в таблице 3.

При одинаковом поступлении азота в организм птицы всех групп его потери

с пометом были меньше в сравнении с контрольной группой на 3,7 % ($P \leq 0,05$) в первой, на 10,6 % ($P \leq 0,05$) – во второй и на 0,3 % – в третьей группе, что соответственно увеличило его отложение в теле на 4,0; 10,6 % ($P \leq 0,05$) и 1,9 %, а использование от переваренного – соответственно на 1,6; 5,6 и 0,5 %.

Более высокое поступление азота в организм птицы опытных групп отразилось на показателях белкового обмена, что видно из таблицы 4.

Анализируя отдельные биохимические показатели крови птицы в послед-

Таблица 3 – Азотистый обмен в организме цыплят-бройлеров

Table 3 – Nitrogen metabolism in the body of broiler chickens

В граммах на голову в сутки (in grams per head per day)

Показатели	Группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Поступило с кормом	6,43±0,10	6,44±0,04	6,43±0,09	6,48±0,08
Выделено в помете	3,21±0,05	3,09±0,07*	2,87±0,04*	3,20±0,18
Отложилось в теле	3,22±0,08	3,35±0,02	3,56±0,09*	3,28±0,10
Использовано, %:				
– от принятого	50,1±0,61	52,0±0,60	55,4±0,70***	50,6±2,19
– от переваренного	63,8±0,83	65,4±0,88	69,4±0,62***	64,3±2,72

* $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,001$.

Таблица 4 – Отдельные биохимические показатели крови цыплят-бройлеров

Table 4 – Selected biochemical parameters of blood of broiler chickens

Показатели	Группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Общий белок, г/л	25,55±0,64	28,19±0,53*	33,11±1,06***	31,53±0,74***
Мочевина, ммоль/л	0,95±0,04	0,71±0,11	0,98±0,06	0,95±0,06
Общие липиды, г/л	4,54±0,08	4,42±0,11	3,95±0,17***	3,84±0,06***
β -липопротеиды, мг%	106,30±5,03	106,30±6,85	127,20±3,29**	125,07±10,37
Холестерин, ммоль/л	4,10±0,09	3,48±0,18***	2,86±0,24***	2,90±0,06***
Глюкоза, ммоль/л	13,71±0,27	13,91±0,41	13,99±1,08	13,55±0,18
АсАТ, Е/л	2,54±0,14	2,43±0,03	2,59±0,04	2,59±0,05
АлАТ, Е/л	0,19±0,01	0,17±0,03	0,23±0,01	0,23±0,04
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	1 182,83±1,17	1 181,60±1,52	1 183,60±1,27	1 181,17±1,67
Кальций, ммоль/л	1,76±0,10	1,58±0,08	2,01±0,34	1,85±0,02
Фосфор, ммоль/л	1,59±0,03	1,49±0,04	1,94±0,17	1,63±0,13
Гемоглобин, г/л	105,67±1,45	107,67±2,33	113,00±0,58***	110,00±2,08

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

ную неделю учетного периода, видно, что биологический комплекс фитобиотика увеличил в сравнении с контрольной группой количество общего белка в сыворотке крови птицы первой опытной группы на 10,3 % ($P \leq 0,05$), второй – на 29,6 % ($P \leq 0,001$), третьей – на 23,4 % ($P \leq 0,001$).

При этом уровень мочевины во всех группах был одинаковым за исключением бройлеров первой опытной группы, у которых ее количество снизилось на 25,3 %.

С повышением дозировки фитобиотика в рационе цыплят-бройлеров опытных групп общие липиды в сыворотке крови достоверно снизились у птицы двух последних групп, но при этом их транспорт за счет бета-липопротеидов

увеличился на 17,7–19,7 % ($P \leq 0,05$). Аналогичная закономерность отмечена по содержанию холестерина, уровень которого был ниже в опытных группах на 15,1; 30,2 и 29,3 % соответственно ($P \leq 0,001$).

Фитобиотик не оказал заметного влияния на углеводный обмен, щелочную фосфатазу, а также активность ферментов переаминирования, количественное содержание которых во всех группах имело близкое значение. В тоже время биологически активный комплекс кормовой добавки изменил в лучшую сторону кальций-фосфорное отношение с 1,1 в контрольной, первой и третьей группах до 1,4 во второй группе. С увеличением дозировки фитобиотика уровень гемоглобина

Таблица 5 – Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров с добавкой фитобиотика (в среднем по группе)

Table 5 – Economic efficiency of growing broiler chickens with the addition of phytobiotics (average per group)

Показатели	Группы			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Скормлено комбикорма, кг	121,55	128,00	127,11	127,38
– обменной энергии, МДж	156,23	164,63	163,49	163,82
– сырого протеина, кг	24,68	25,92	25,74	25,80
Получено прироста живой массы, кг	68,93	76,91	78,12	75,92
Затрачено на 1 кг прироста:				
– комбикорма, кг	1,76	1,66	1,63	1,68
– обменной энергии, МДж	2,27	2,14	2,09	2,16
– сырого протеина, г	358	337	330	340
Прибыль, тыс. руб.	5,86	6,77	7,03	6,61
Общие затраты, тыс. руб.	26,47	28,95	29,00	29,15
Рентабельность, %	22,1	23,4	24,2	22,7
ЕИЭ	300	355	361	346

в крови птицы опытных групп увеличился на 1,9 % в первой, на 6,9 % ($P \leq 0,001$) во второй и на 4,1 % в третьей группе.

Анаболические изменения в организме цыплят-бройлеров под влиянием изучаемых дозировок фитобиотика отразились на экономических показателях, характеризующих производство мяса (табл. 5).

Выращивание цыплят-бройлеров на одном полнорационном комбикорме позволило затратить в расчете на один килограмм абсолютного прироста живой массы 1,76 кг комбикорма, 2,27 МДж обменной энергии и 358 г сырого протеина. С добавкой низкой дозировки фитобиотика затраты снизились на 5,9 %, со средней нормой ввода – на 8,0 %, с высокой – на 5,1 %. При этом рентабельность производства в опытных группах в сравнении с контрольной возросла на 1,3 % в первой, на 2,1 % во второй и на 0,6 % в третьей группе. Расчет Европейского индекса эффективности производства мяса (ЕИЭ) в опытных группах оказался выше контрольной соответственно на 55; 61 и 46 ед.

Полученные нами данные согласуются с ранее проведенными исследованиями В. А. Федотова и др. [12], получивших при добавлении в комбикорм цыплят-бройлеров фитодобавки Апекс увеличение живой массы птицы на 2,0 %, сохранность поголовья 96,0 %.

В исследованиях Л. В. Хорошевой с соавторами [13] кормовая добавка Эймицидин, полученная из чеснока, совместно с пребиотиком ЛактоСупер, обеспечила увеличение живой массы бройлеров на 11,66 %, сохранность поголовья на 13,8 %, конверсию корма на 3,27 %. При этом фитобиотик положительно повлиял на нормофлору кишечника птицы, гистоструктуру ворсинчатого эпителия.

Кормовая добавка Олеостат в исследованиях Н. А. Малофеева и др. [14], разработанная на основе эфирных масел с добавлением экстракта отдельных трав, хорошо проявила себя как антимикробное и иммуномодулирующее средство, повысив сохранность поголовья и абсолютный прирост живой массы на 19,0 %.

Закключение. Кормовая добавка фитобиотика Экстра Спайси в рационе цыплят-бройлеров в дозировке от 0,35 до 0,65 кг/т корма стимулирует переваримость питательных веществ и обменные процессы анаболического характера. Наиболее оптимальной дозировкой следует считать 0,5 кг/т корма, что в большей степени увеличивает абсолютный прирост живой массы, снижает затраты корма на единицу прироста, увеличивает рентабельность производства и Европейский индекс эффективности производства мяса.

Список источников

1. Алиева С. М., Абдулхаликов Р. З., Шахмурзов М. М., Айсанов З. М. Местные растительные нетрадиционные кормовые добавки в рационе цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2025. № 7–8. С. 32–37. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-7-8-32-37. EDN SRWBAX.
2. Kiczorowska B., Samolinska W., Al-Yasiry A. R. M., Kiczorowski P., Winiarska-Mieczan A. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition – A review // Annals of Animal Science. 2017. Vol. 17. No. 3. P. 605–625. doi: 10.1515/aoas-2016-0076.
3. Саломатин В. В., Ряднов А. А., Ряднова Т. А., Ряднова Ю. А. Влияние биоактивной добавки на основе экстракта пихты на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров // Птицеводство. 2022. № 1. С. 25–29. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-1-25-29. EDN DIKYDL.
4. Paul S. S., Rao S. V., Rama N., Williams N. J., Chatterjee R. N., Raju M. V. L. N. Effects of dietary antimicrobial growth promoters on performance parameters and abundance and diversity of broiler chicken gut microbiome and selection of antibiotic resistance genes // Frontiers of Microbiology. 2022. No. 13. P. 905–915. doi: 10.3389/fmicb.2022.905-915.
5. Горлов И. Ф., Калинина Н. В., Сложенкина М. И., Комарова З. Б., Рудковская А. В., Натиров А. К. [и др.]. Влияние новой фитопребиотической кормовой добавки на хозяйственно-биологические показатели цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 4. С. 178–190. doi: 10.33284/2658-3135-106-4-178. EDN EOTWBD.
6. Бирюков И. М., Симонова Е. А. Противопаразитарная эффективность синергического действия растительных экстрактов в сравнении с антиэймериозным препаратом в отношении эймерий кур // Птицеводство. 2025. № 10. С. 53–57. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-10-53-57. EDN XSAQBG.
7. Бондаренко Н. Н., Свистунов С. В. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием в их рационах фитогенной кормовой добавки // Птицеводство. 2025. № 10. С. 11–13. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-10-11-13. EDN UOHLSC.
8. Околелова Т. М., Енгашев С. В., Енгашева Е. С., Струк А. Н., Струк Е. А., Дробязко О. Ю. [и др.]. Влияние препарата «ФИТОДОК® Карнитин» на продуктивность и воспроизводительные качества родительского стада кросса Хайсекс Коричневый // Птицеводство. 2024. № 7–8. С. 41–46. doi: 10.33845/0033-3239-2024-73-7-8-41-46. EDN HDQCOJY.
9. Буяров В. С., Червонова И. В., Меднова В. В., Ильичева И. Н. Эффективность применения фитобиотиков в птицеводстве (обзор) // Вестник аграрной науки. 2020. № 3 (84). С. 44–59. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.44. EDN EFIKAD.
10. Имангулов Ш. А., Егоров И. А., Околелова Т. М. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. М. : Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2004. 96 с.
11. Кавтарашвили А., Карапетян Р., Голубов И. Экспресс-методики определения эффективности производства яиц и мяса птицы // Птицеводство. 2013. № 2. С. 12–17. EDN PXJQCSJ.
12. Федотов А. А., Никитченко В. Е., Никитченко Д. В., Егоров И. А., Егорова Т. В. Фитобиотик в кормлении птицы // Птицеводство. 2018. № 8. С. 33–37. EDN YNJURF.
13. Хорошевская Л. В., Горлов И. Ф., Сложенкина М. И., Мосолов А. А., Абрамов С. В., Балышев А. В. [и др.]. Влияние кормовой добавки, сочетающей антикокцидийный и пребиотический препараты, на сохранность и приросты цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 1. С. 145–157. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-1-145>. EDN LSQCQN.
14. Малофеева Н. А., Петрова Ю. В., Бессарабова Е. В. Оценка эффективности фитопродукта Олеостат для сдерживания кокцидийной инвазии у бройлеров в условиях вивария // Птицеводство. 2026. № 1. С. 57–60. doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-1-57-60. EDN CVOUZA.

References

1. Alieva S. M., Abdulkhalikov R. Z., Shakhmurzov M. M., Aisanov Z. M. Local plant-based non-traditional feed additives in the diet of broiler chickens. *Ptsitsevodstvo*, 2025;7–8:32–37. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-7-8-32-37. EDN SRWBAX (in Russ.).
2. Kiczorowska B., Samolinska W., Al-Yasiry A. R. M., Kiczorowski P., Winiarska-Mieczan A. The natural feed additives as immunostimulants in monogastric animal nutrition – A review. *Annals of Animal Science*, 2017;17;3:605–625. doi: 10.1515/aoas-2016-0076.
3. Salomatin V. V., Ryadnov A. A., Ryadnova T. A., Ryadnova Yu. A. Effect of a bioactive additive based on fir extract on morphological and biochemical parameters of broiler chicken blood. *Ptsitsevodstvo*, 2022;1:25–29. doi: 10.33845/0033-3239-2022-71-1-25-29. EDN DIKYDL (in Russ.).
4. Paul S. S., Rao S. V., Rama N., Williams N. J., Chatterjee R. N., Raju M. V. L. N. Effects of dietary antimicrobial growth promoters on performance parameters and abundance and diversity of broiler chicken gut microbiome and selection of antibiotic resistance genes. *Frontiers of Microbiology*, 2022;13:905–915. doi: 10.3389/fmicb.2022.905-915.
5. Gorlov I. F., Kalinina N. V., Slozhenkina M. I., Komarova Z. B., Rudkovskaya A. V., Natyrov A. K. [et al.]. Influence of a new phytoprebiotic feed additive on the economic and biological indicators of broiler chickens. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2023;106;4:178–190. doi: 10.33284/2658-3135-106-4-178. EDN EOTWBD (in Russ.).
6. Biryukov I. M., Simonova E. A. Antiparasitic efficiency of the synergistic action of plant extracts in comparison with an anti-eimeria drug against chicken eimeria. *Ptsitsevodstvo*, 2025;10: 53–57. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-10-53-57. EDN XSAQBG (in Russ.).
7. Bondarenko N. N., Svistunov S. V. Growing broiler chickens using a phytogenic feed additive in their diets. *Ptsitsevodstvo*, 2025;10:11–13. doi: 10.33845/0033-3239-2025-74-10-11-13. EDN UOHLSC (in Russ.).
8. Okolelova T. M., Engashev S. V., Engasheva E. S., Struk A. N., Struk E. A., Drobyazko O. Yu. [et al.]. The effect of the preparation "FITODOK® Carnitine" on the productivity and reproductive qualities of the parent stock of the Hisex Brown cross. *Ptsitsevodstvo*, 2024;7–8:41–46. doi: 10.33845/0033-3239-2024-73-7-8-41-46. EDN HDKOJY (in Russ.).
9. Buyarov V. S., Chervonova I. V., Mednova V. V., Ilyicheva I. N. Efficiency of phytobiotics in poultry farming (review). *Vestnik agrarnoi nauki*, 2020;3(84):44–59. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.44. EDN EFIKAD (in Russ.).
10. Imangulov Sh. A., Egorov I. A., Okolelova T. M. *Methodology for conducting scientific and industrial research on poultry feeding*, Moscow, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii i tekhnologicheskii institut ptitsevodstva, 2004, 96 p. (in Russ.).
11. Kavtarashvili A., Karapetyan R., Golubov I. Rapid methods for determining the efficiency of egg and poultry meat production. *Ptsitsevodstvo*, 2013;2:12–17. EDN PXJQCJ (in Russ.).
12. Fedotov A. A., Nikitchenko V. E., Nikitchenko D. V., Egorov I. A., Egorova T. V. Phytobiotics in poultry feeding. *Ptsitsevodstvo*, 2018;8:33–37. EDN YNJURF (in Russ.).
13. Khoroshevskaya L. V., Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Mosolov A. A., Abramov S. V., Balyshev A. V. [et al.]. Effect of a feed additive combining anticoccidial and prebiotic preparations on the survival rate and growth rate of broiler chickens. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2025;108;1:145–157. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-1-145>. EDN LSQCQN (in Russ.).
14. Malofeeva N. A., Petrova Yu. V., Bessarabova E. V. Evaluation of the effectiveness of the phytoproduct Oleostat for containing coccidial invasion in broilers under vivarium conditions. *Ptsitsevodstvo*, 2026;1:57–60. doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-1-57-60. EDN CVOUZA (in Russ.).

© Овчинников А. А., Козырев А. М., 2026

Статья поступила в редакцию 23.04.2026; одобрена после рецензирования 20.05.2026; принята к публикации 22.05.2026.

The article was submitted 23.04.2026; approved after reviewing 20.05.2026; accepted for publication 22.05.2026.

Информация об авторах

Овчинников Александр Александрович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Южно-Уральский государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>, Author ID: 119247, ovchin@bk.ru;

Козырев Александр Максимович, аспирант, Южно-Уральский государственный аграрный университет, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9846-2723>, navigator_2_2010@mail.ru

Information about the authors

Alexander A. Ovchinnikov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products, South Ural State Agrarian University, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7530-3159>, Author ID: 119247, ovchin@bk.ru;

Alexander M. Kozyrev, Postgraduate Student, South Ural State Agrarian University, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9846-2723>, navigator_2_2010@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 636.5.084.52

EDN PYZZER

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-63-70>

Экспериментальное изучение влияния фитобиотиков на продуктивность и обменные процессы в организме кур-несушек

Ян Витальевич Шелегеда¹, Роини Леванович Шарвадзе²^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия, borec_45-00@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты научно-хозяйственного опыта по изучению влияния фитобиотической добавки на основе красного и черного перца на яичную продуктивность, переваримость питательных веществ, баланс азота, кальция и фосфора у кур-несушек кросса Hisex Brown. Установлено, что включение в рацион красного или черного перца по отдельности в дозировках 1; 1,5 и 2 г на 100 г корма способствует достоверному повышению яйценоскости на 4,9–6,8 %, яичной массы на несушку – на 5,1–7,8 %. В целом лучшие показатели получены в первой опытной группе с добавлением 1 г красного перца на 100 г корма и в четвертой опытной группе с добавлением 1 г черного перца на аналогичное количество комбикорма. Физиологическим опытом подтверждено улучшение переваримости сырого протеина на 2,2–2,3 % ($p < 0,01$), БЭВ – на 1,9–2,7 % ($p < 0,01–0,001$), сырой клетчатки – на 0,5 % ($p < 0,05$). При этом коэффициент усвоения кальция повысился на 4,6–5,4 % ($p < 0,05–0,01$), фосфора – на 2,7 % ($p < 0,05$) при использовании красного перца. Рекомендована оптимальная дозировка красного перца 1,0 г на 100 г корма.

Ключевые слова: куры-несушки, красный перец, черный перец, яичная продуктивность, переваримость протеина, обменные процессы

Для цитирования: Шелегеда Я. В., Шарвадзе Р. Л. Экспериментальное изучение влияния фитобиотиков на продуктивность и обменные процессы в организме кур-несушек // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 63–70. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-63-70>.

Original article

Experimental study of the effect of phytobiotics on the productivity and metabolic processes in the body of laying hens

Yan V. Shelegeda¹, Roini L. Sharvadze²^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation
borec_45-00@mail.ru

Abstract. The results of experimental studies on the effect of phytobiotic additives based on red and black pepper on egg productivity and metabolic processes in laying hens of the Hisex Brown cross are presented. The best results were obtained in the first experimental group with the addition of 1 g of red pepper per 100 g of feed and in the fourth experimental group with the addition of 1 g of black pepper per a similar amount of compound feed. It was found that the inclusion of red or black pepper in the diet separately in dosages of 1; 1.5 and 2 g per 100 g of feed contributes to a significant increase in egg production by 4.9–6.8%, egg weight per laying hen – by 5.1–7.8%. Physiological experience has confirmed an improvement in the digestibility of crude protein by 2.2–2.3% ($p < 0.01$), nitrogen-free extractives by 1.9–2.7% ($p < 0.01–0.001$), crude fiber by 0.5% ($p < 0.05$). As recommendations, it is proposed to use the optimal dosage of red pepper in the amount of 1.0 g per 100 g of feed.

Keywords: laying hens, red pepper, black pepper, egg productivity, protein digestibility, met-

abolic processes

For citation: Shelegeda Ya. V., Sharvadze R. L. Experimental study of the effect of phytobiotics on the productivity and metabolic processes in the body of laying hens. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:63–70. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-63-70>.

Введение. В промышленном птицеводстве одной из ключевых задач является повышение продуктивности птицы и оптимизация обменных процессов в ее организме. В условиях ограничения применения кормовых антибиотиков и стимуляторов роста все большее внимание уделяется биологически активным добавкам растительного происхождения – фитобиотикам.

Фитобиотики представляют группу природных соединений, получаемых из растений (эфирные масла, алкалоиды, флавоноиды, сапонины, горечи и др.), которые обладают антимикробными, антиоксидантными, противовоспалительными и иммуномодулирующими свойствами [1, 2]. Они способны стимулировать секрецию пищеварительных ферментов, улучшать всасывание питательных веществ, нормализовать микробиоценоз кишечника и, как следствие, повышать яичную продуктивность и сохранность поголовья [3].

Среди растительных добавок особый интерес представляют специи – красный (*Capsicum annuum*) и черный перец (*Piper nigrum*). Красный перец богат каротиноидами (капсантин, капсорубин) и капсаицином, который стимулирует секрецию поджелудочной железы и улучшает переваримость липидов и белка [4]. Черный перец содержит пиперин, алкалоид, повышающий биодоступность питательных веществ и микроэлементов за счет ингибирования глюкуронидации и улучшения кровоснабжения кишечника.

Однако данные об оптимальных дозировках указанных фитобиотиков для кур-несушек разнятся, а сравнительная эффективность красного и черного перца при разных уровнях введения в рацион не выяснена.

Цель исследований – экспериментально изучить влияние различных доз красного и черного перца на яичную продуктивность, переваримость питательных веществ и обмен азота, кальция и фосфора у кур-несушек кросса *Hisex Brown*. Для достижения данной цели нами

были поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучить влияние различных доз красного и черного перца на яйценоскость, интенсивность яйцекладки, массу яйца и яичную массу на несушку.

2. Определить коэффициенты переваримости сырого протеина, сырого жира, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) и сырой клетчатки при включении в рацион оптимальных доз фитобиотиков.

3. Рассчитать усвоение азота, кальция и фосфора, их баланс и использование на продукцию яиц.

Материал и методы исследований. Экспериментальный опыт проведен в условиях вивария Дальневосточного государственного аграрного университета в соответствии с рекомендациями Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства [5].

Объектом исследований служили куры-несушки кросса *Hisex Brown* в возрасте 420–504 дней (с 60-й по 72-ю неделю жизни). При этом птица содержалась в клеточных батареях с соблюдением зоогигиенических параметров: температура воздуха 18–22 °С, относительная влажность воздуха 60–70 %, интенсивность вентиляции 0,7–0,9 м³/час на голову. Световой режим соответствовал 16 часам света и 8 часам темноты с плавным нарастанием и угасанием освещенности; интенсивность освещения в зоне кормушек составляла 10–15 люкс. Обеспечивался свободный доступ к корму и воде.

По принципу пар-аналогов сформировали 7 групп по 5 голов в каждой:

Контрольная группа получала основной рацион (ОР), который включал полнорационный комбикорм ПК-1 (табл. 1).

Первая, вторая и третья опытные группы дополнительно к основному рациону получали красный перец (*Capsicum annuum*) в виде порошка с размером частиц 0,2–0,5 мм в дозировках 1,0; 1,5 и 2,0 г на 100 г корма.

Таблица 1 – Рецептура полнорационного комбикорма ПК-1

Table 1 – Formulation of complete compound feed PK-1

В процентах (in percent)

Компоненты	Содержится
Кукуруза	30
Пшеница	26
Овес без пленок	11
Шрот соевый СП 44	10
Шрот подсолнечный СП 36	8
Известняк	7
Масло соевое	3
Мука рыбная СП 63	2,4
Фосфат дефторированный	1,25
Метионин (98,5 %)	0,16
Лизин (моноклоргидрат) (98 %)	0,04
Соль поваренная	0,15
Премикс	1

Четвертая, пятая и шестая опытные группы дополнительно к основному рациону получали черный перец (*Piper nigrum*) в аналогичных дозировках.

Продолжительность опыта составила 13 недель, в том числе период адаптации (7 дней) и учетный период (84 дня).

Рацион для всех групп был одинаковым по составу и соответствовал нормам кормления для кур-несушек старше 46 недель [5, 6].

Учет яичной продуктивности проводили ежедневно (количество яиц, масса яиц индивидуально по группам). За весь период опыта рассчитывали: яйценоскость на начальную несушку; интенсивность яйцекладки; среднюю массу яйца и яичную массу на несушку.

В конце учетного периода из контрольной, первой и четвертой опытных групп отобрали по три несушки (со средней продуктивностью по группе) для проведения физиологического балансового опыта по методике [7]. Птицу помещали в индивидуальные клетки-батареи, собирали помет за двое смежных суток, определяли химический состав кормов, остатков и помета.

Коэффициенты переваримости питательных веществ вычисляли по разности между потребленным и выделенным с пометом количеством соответствующего вещества.

Статистическую обработку данных проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента в табличном процессоре Microsoft Excel. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследований. Яичная продуктивность. Динамика продуктивности за учетный период представлена в таблице 2. Введение фитобиотиков, как красного, так и черного перца, привело к достоверному повышению яйценоскости в 1-й, 4-й и 6-й опытных группах на 5,6 и 6,8 % соответственно. При этом различия между группами, получавшими красный и черный перец в сопоставимых дозах, были статистически незначимы. Интенсивность яйцекладки в опытных группах превышала контрольную на 3,9–4,7 %.

Средняя масса яйца практически не изменилась, за исключением тенденции к увеличению в 4-й группе (64,0 г против 63,1 г). Более информативным показателем является яичная масса на несушку, которая в 1-й, 4-й и 6-й опытных группах была достоверно выше контроля на 5,9 % (3,92 кг); 7,8 % (3,99 кг) и 7,6 % (3,98 кг) соответственно.

Повышение дозировки красного перца с 1,0 до 1,5 г на 100 г корма сопровождалось ростом яичной массы, тогда как дальнейшее увеличение этой дозировки до 2,0 г/100 г не дало дополнительного эффекта. Поэтому ниже результаты балан-

Таблица 2 – Показатели яичной продуктивности подопытных кур за период опыта ($M \pm m$)
Table 2 – Indicators of egg productivity of experimental chickens during the experimental period ($M \pm m$)

Группа	Яйценоскость кур, шт.	Интенсивность яйцекладки, %	Средняя масса одного яйца, г	Яичная масса на несушку, кг
Контрольная	58,56±1,06	69,71±1,81	63,1±0,5	3,70±0,076
Первая опытная	61,84±0,67*	73,62±1,54	63,5±0,4	3,92±0,049
Вторая опытная	61,42±1,41	73,12±2,02	63,4±0,6	3,89±0,061
Третья опытная	61,50±2,14	73,21±1,94	62,9±0,7	3,89±0,068
Четвертая опытная	62,44±1,16*	74,33±1,50	64,0±0,5	3,99±0,083*
Пятая опытная	62,21±2,03	74,06±1,63	63,1±0,4	3,92±0,051
Шестая опытная	62,54±1,13*	74,45±1,41	63,7±0,6	3,98±0,068*
* Различия достоверны при $p < 0,05$ по сравнению с контрольной группой.				

совых опытов представлены только для контрольной, 1-й и 4-й опытных групп.

Переваримость питательных веществ. По результатам балансового опыта (табл. 3) установлено, что добавление красного перца в дозе 1,0 г на 100 г корма (1-я опытная группа) и черного перца в такой же дозе (4-я опытная группа) статистически значимо повысило коэффициент переваримости сырого протеина на 2,3 и 2,2 % соответственно ($p < 0,01$). При этом переваримость БЭВ увеличилась на 1,9 % ($p < 0,01$) в 1-й группе и на 2,7 % ($p < 0,001$) в 4-й группе. Отмечено также улучшение переваримости сырой клетчатки в первой группе на 0,5 % ($p < 0,05$). По сырому жиру достоверных различий не выявлено, хотя наблюдалась тенденция к повышению его переваримости на 0,8–0,9 %.

Полученные данные согласуются с известным механизмом действия пиперина и капсаицина: они стимулируют активность панкреатических ферментов (протеазы, амилазы) и увеличивают площадь всасывания за счет гиперемии слизистой кишечника.

Азотистый обмен. По данным таблицы 4 при одинаковом потреблении азота с кормом (около 3,17 г/гол. в сутки) куры опытных групп выделяли с пометом меньше азота, чем контрольные (0,73 и 0,74 г против 0,81 г). В результате усвоение азота повысилось с 2,36 до 2,43 г/гол. в сутки, коэффициент усвоения увеличился на 2,45 % (1-я группа) и 2,21 % (4-я группа). Более эффективное использование азота подтверждается ростом его отложения в яйце: выделение азота с яйцом составило 2,31–2,32 г против 2,25 г в контроле, а использование от принятого повысилось с 70,98 % до 73,10–73,18 %. Положительный баланс азота сохранялся во всех группах.

Усвоение кальция и фосфора. Данные таблицы 5 свидетельствуют, что фитобиотики улучшили минеральный обмен. Коэффициент усвоения кальция в первой группе составил 51,20 % против 45,80 % в контроле ($p < 0,01$). В четвертой группе его уровень равен 50,44 % ($p < 0,05$). Усвоение фосфора повысилось только в первой опытной группе – с 44,59 до 47,30 % (при $p < 0,05$). Использование кальция на обра-

Таблица 3 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона кур-несушек
Table 3 – Coefficients of nutrient digestibility in the diet of laying hens

В процентах (in percent)

Показатели	Группы		
	контрольная	первая опытная	четвертая опытная
Сырой протеин	73,8±0,21	76,1±0,35**	76,0±0,14**
Сырой жир	69,5±0,38	70,3±0,36	70,4±1,05
БЭВ	81,1±0,22	83,0±0,35**	83,8±0,25***
Сырая клетчатка	15,4±0,15	15,9±0,12*	15,9±0,35
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ по сравнению с контролем.			

Таблица 4 – Усвоение азота курами-несушками (n=3)

Table 4 – Nitrogen uptake by laying hens (n=3)

Показатели	Группы		
	контрольная	первая опытная	четвертая опытная
Поступило с кормом, г	3,17±0,06	3,16±0,04	3,17±0,05
Выделено с пометом, г	0,81±0,02	0,73±0,05	0,74±0,07
Усвоено, г	2,36±0,10	2,43±0,04	2,43±0,03
Коэффициент усвоения, %	74,45±1,19	76,90±1,28	76,66±2,32
Выделено с яйцом, г	2,25±0,02	2,31±0,01	2,32±0,04
Использование азота на яйцо от принятого, %	70,98±2,09	73,10±1,89	73,18±1,84
Баланс азота, г	+0,11	+0,12	+0,11
Примечание: различия статистически недостоверны ($p > 0,05$) из-за малой выборки, однако выявленная закономерность показателей очевидна.			

Таблица 5 – Усвоение кальция и фосфора курами-несушками (n=3)

Table 5 – Absorption of calcium and phosphorus by laying hens (n=3)

Показатели	Группы					
	контрольная		первая опытная		четвертая опытная	
	кальций	фосфор	кальций	фосфор	кальций	фосфор
Поступило с кормом, г	4,52±0,29	0,74±0,04	4,53±0,34	0,74±0,02	4,52±0,39	0,73±0,06
Выделено с пометом, г	2,45±0,14	0,41±0,02	2,21±0,22	0,39±0,01	2,24±0,15	0,39±0,02
Усвоено, г	2,07±0,11	0,33±0,03	2,32±0,14	0,35±0,04	2,28±0,06	0,34±0,03
Коэффициент усвоения, %	45,80±0,96	44,59±0,88	51,20±1,08**	47,30±0,54*	50,44±1,28*	46,58±0,66
Выделено с яйцом, г	2,01±0,09	0,28±0,03	2,25±0,10	0,29±0,03	2,24±0,11	0,29±0,03
Использование на яйцо от принятого, %	44,47±0,51	37,84±0,38	49,67±0,44**	39,19±0,43	49,56±0,55**	39,73±0,54*
Баланс кальция и фосфора, г	+0,06	+0,05	+0,07	+0,06	+0,04	+0,05
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ по сравнению с контролем.						

зование яйца от принятого увеличилось на 5,2 % ($p < 0,01$) в обеих опытных группах, фосфора – на 1,35 % (недостоверно) в 1-й и на 1,89 % ($p < 0,05$) в 4-й группе. Положительный баланс кальция и фосфора сохранился.

Обсуждение результатов. Представленные исследования подтверждают, что фитобиотики на основе красного и черного перца являются эффективной альтернативой синтетическим стимуляторам продуктивности. Полученное увеличение яйценоскости на 5,6–6,8 % и яичной мас-

сы на несушку на 5,9–7,8 % сопоставимо с результатами других исследований.

Выявленное стимулирующее действие фитобиотиков на переваримость протеина (на 2,2 %), а также клетчатки (на 0,5 %) объясняется, по-видимому, активацией панкреатической секреции и увеличением ферментативной активности в химусе. Улучшение усвоения кальция на 4,6–5,4 % может быть связано с повышением кислотности в двенадцатиперстной кишке под влиянием капсаицина, что увеличивает растворимость солей кальция, и

с улучшением всасывания через мембраны благодаря пиперину [8–11].

Таким образом, при одинаковом потреблении корма куры опытных групп больше откладывают питательных веществ в яйцо и меньше выделяют с пометом, что снижает экологическую нагрузку.

Заключение. 1. Включение в рацион кур-несушек кросса Hisex Brown красного перца в дозе 1,0 г на 100 г корма или черного перца в той же дозе позволяет достоверно ($p < 0,05$) увеличить яйценоскость на 5,6–6,8 %, яичную массу на несушку – на 5,9 и 7,8 % соответственно.

2. Фитобиотики улучшают переваримость питательных веществ: коэффициент переваримости сырого протеина повышается на 2,2–2,3 % ($p < 0,01$), БЭВ – на

1,9–2,7 % ($p < 0,01–0,001$), сырой клетчатки – на 0,5 % ($p < 0,05$).

3. Под влиянием фитобиотиков выявлена тенденция повышения ($p > 0,05$) усвоения азота на 2,2–2,5 %, а также использования азота на яйцо от принятого – на 2,1–2,2 %.

4. Коэффициент усвоения кальция увеличивается на 4,6–5,4 % ($p < 0,05–0,01$), фосфора – на 2,7 % ($p < 0,05$) при добавлении красного перца. Использование кальция на яйцо от принятого возрастает при этом на 5,2 % ($p < 0,01$).

5. Оптимальной нормой в качестве добавки считаем дозировку 1 г на 100 г корма, как для красного, так и для черного перца. Дальнейшее увеличение дозировки не способствует росту продуктивности.

Список источников

1. Buyarov V. S., Chervonova I. V., Mednova V. V., Ilyicheva I. N. Efficiency of phytobiotics in poultry farming (Review) // Bulletin of Agrarian Science. 2020. No. 3 (84). P. 44–59. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.44. EDN EFKAD.
2. Горлов И. Ф., Калинина Н. В., Сложенкина М. И. Влияние новой фитопребиотической кормовой добавки на хозяйственно-биологические показатели цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 4. С. 178–190. doi: 10.33284/2658-3135-106-4-178. EDN EOTWBD.
3. Кириллов И. Г., Асрутдинова Р. А., Якупова Л. Ф. Зоогигиенические аспекты применения углеводорода сквален и оценка качества мяса цыплят // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2020. Т. 242. Вып. II. С. 89–93. doi: 10.31588/2413-4201-1883-242-2-89-93. EDN ZTMWQN.
4. Srinivasan K. Black pepper and its pungent principle-piperine: A review of diverse physiological effects // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2017. Vol. 47. No. 8. P. 735–748. doi:10.1080/10408390601062054.
5. Имангулов Ш. А., Егоров И. А., Околелова Т. М. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Сергиев Посад : Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2004. 96 с. EDN SWDFID.
6. Нормы кормления и кормовые добавки для сельскохозяйственных животных. М. : ВИЖ имени Л. К. Эрнста, 2018. 380 с.
7. Овчинников А. А. Методы зоотехнических исследований. Троицк : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2020. 84 с.
8. Шарвадзе Р. Л., Чехранова С. В., Швецов Н. Н. Зоотехническая и экономическая целесообразность применения цеолитов совместно с дигидрокверцетином в кормлении кур-несушек // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2025. № 6 (84). С. 350–356. doi: 10.32786/2071-9485-2025-06-39. EDN ACMTAD.
9. Шелегеда Я. В., Нассири С. Р. Экспериментальное изучение влияния красного и черного перца на показатели яйценоскости кур кросса Hisex Brown // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2026. С. 307–314. EDN DZJTWB.

10. Ashayerizadeh O., Dastar B., Shams Shargh M. A., Soumeh E., Jazi V. Effects of black pepper and turmeric powder on growth performance, gut health, meat quality, and fatty acid profile of Japanese quail // *Frontiers in Physiology*. 2023. Vol. 14. P. 1218850. doi: 10.3389/fphys.2023.1218850.

11. Uchchukwu E. O., Xinyu Ch., Vivian U. O.-O., Patience N. O., Haijun Zh., Kai Q. [et al.]. Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers // *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2024. Vol. 15. No. 1 Art. 169. doi: 10.1186/s40104-024-01101-9.

References

1. Buyarov V. S., Chervonova I. V., Mednova V. V., Ilyicheva I. N. Efficiency of phytobiotics in poultry farming (Review). *Bulletin of Agrarian Science*, 2020;3(84):44–59. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.3.44. EDN EFIKAD.

2. Gorlov I. F., Kalinina N. V., Slozhenkina M. I. The effect of a new phytoprebiotic feed additive on the economic and biological parameters of broiler chickens. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2023;106;4:178–190. doi: 10.33284/2658-3135-106-4-178. EDN EOTWBD (in Russ.).

3. Kirillov I. G., Asrutdinova R. A., Yakupova L. F. Zoohygienic aspects of the use of squalene hydrocarbon and evaluation of chicken meat quality. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N. E. Baumana*, 2020;242;2:89–93. doi: 10.31588/2413-4201-1883-242-2-89-93. EDN ZTMWQN (in Russ.).

4. Srinivasan K. Black pepper and its pungent principle-piperine: A review of diverse physiological effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2017;47;8:735–748. doi:10.1080/10408390601062054.

5. Imangulov Sh. A., Egorov I. A., Okolelova T. M. *Methods of scientific and industrial research on poultry feeding*, Sergiev Posad, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii i tekhnologicheskii institut pitsevodstva, 2004, 96 p. EDN SWDFID (in Russ.).

6. *Feeding standards and feed additives for farm animals*, Moscow, VIZh imeni L. K. Ernsta, 2018, 380 p. (in Russ.).

7. Ovchinnikov A. A. *Methods of zootechnical research*, Troitsk, Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2020, 84 p. (in Russ.).

8. Sharvadze R. L., Chehranova S. V., Shvetsov N. N. Zootechnical and economic feasibility of using zeolites together with dihydroquercetin in feeding laying hens. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2025;6(84):350–356. doi: 10.32786/2071-9485-2025-06-39. EDN ACMTAD (in Russ.).

9. Shelegeda Ya. V., Nassiri S. R. Experimental study of the effect of red and black pepper on the egg production rates of Hisex Brown chickens. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *Nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 307–314), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2026. EDN DZJTWB (in Russ.).

10. Ashayerizadeh O., Dastar B., Shams Shargh M. A., Soumeh E., Jazi V. Effects of black pepper and turmeric powder on growth performance, gut health, meat quality, and fatty acid profile of Japanese quail. *Frontiers in Physiology*, 2023;14:1218850. doi: 10.3389/fphys.2023.1218850.

11. Uchchukwu E. O., Xinyu Ch., Vivian U. O.-O., Patience N. O., Haijun Zh., Kai Q. [et al.]. Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2024;15;1:169. doi: 10.1186/s40104-024-01101-9.

© Шелегеда Я. В., Шарвадзе Р. Л., 2026

Статья поступила в редакцию 15.05.2026; одобрена после рецензирования 10.06.2026; принята к публикации 11.06.2026.

The article was submitted 15.05.2026; approved after reviewing 10.06.2026; accepted for publication 11.06.2026.

Информация об авторах

Шелегеда Ян Витальевич, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, borec_45-00@mail.ru;

Шарвадзе Роини Леванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about the authors

Yan V. Shelegeda, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, borec_45-00@mail.ru;

Roini L. Sharvadze, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Feeding, Breeding, Zoo Hygiene and Production of Animal Products, Far Eastern State Agrarian University

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.362.3:633.88

EDN VKPQID

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-71-77>**Очистка семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей****Андрей Александрович Абидуев¹, Татьяна Геннадьевна Дармаева²,
Александр Андреевич Абидуев³**^{1,2} Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия³ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия¹ abana47@mail.ru, ² tanyadar85@mail.ru, ³ abiduev2011@yandex.ru

Аннотация. Расторопша пятнистая является ценной лекарственной культурой. Определена засоренность посевов травы ширицей, марью белой, горцом шероховатым и гречишкой выюнковой. Выявлено, что мелкосемянные сорняки ширица, марь белая и горец шероховатый легко выделяются из плодов-семянков травы на ситах с продолговатыми и круглыми отверстиями. Трудность представляет выделение семян гречишки выюнковой. Определено, что указанные примеси имеют наибольшее различие от плодов-семянков расторопши пятнистой по длине. Установлено, что часть мелких частиц гречишки выюнковой удаляются из семян расторопши пятнистой в аспирационных каналах воздушно-ситовых машин и на сортировальном сите совместно с мелкими семенами травы, а оставшаяся их часть отделяется от обрабатываемого материала в цилиндрических рабочих органах с ячейками размером 4,5–5,0 мм и расположенных приемных кромок желобов под углом 40–50 град. Разработаны методические рекомендации по выбору размера ячеек цилиндрического сепаратора для очистки плодов-семянков расторопши пятнистой от коротких примесей. Так, для очистки плодов-семянков травы от коротких примесей рекомендуется выбрать рабочий орган с размером ячеек 1,10–1,25-кратным наибольшему размеру одноименных примесей. Установлено, что при обработке семян травы предлагаемым способом обеспечивается получение семенного материала высокого качества.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, семена, очистка, трудноотделимые примеси, сито, ячеистый цилиндр

Для цитирования: Абидуев А. А., Дармаева Т. Г., Абидуев А. А. Очистка семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 71–77. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-71-77>.

Original article

Cleaning *Silybum marianum* (milk thistle) seeds from hard to separate impurities**Andrey A. Abiduev¹, Tatyana G. Darmaeva², Alexander A. Abiduev³**^{1,2} Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation³ East Siberian State University of Technology and Management
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation¹ abana47@mail.ru, ² tanyadar85@mail.ru, ³ abiduev2011@yandex.ru

Abstract. Milk thistle (*Silybum marianum*) is a valuable medicinal crop. The weed infestation of its plantings has been determined, including *Amaranthus* (pigweed), *Chenopodium album* (lamb's quarters), *Polygonum scabrum* (rough knotweed), and *Fallopia convolvulus* (black bindweed). It was revealed that small seeded weeds such as pigweed, lamb's quarters, and rough knotweed are easily separated from the fruit achenes of the plant using sieves with oblong and round holes. The main challenge lies in separating black bindweed seeds. It has been determined that these impurities differ most from milk thistle fruit achenes in terms of length. It was found that some fine particles of black bindweed are removed from milk thistle seeds in the aspiration channels of air sieve machines and on sorting sieves together with small seeds of the crop, while the remaining portion is separated from the processed material in a cylindrical working unit with cells of 4,5–5,0 mm and with the receiving edges of the troughs positioned at an angle of 40–50°. Methodological recommendations have been developed for selecting the cell size of cylindrical separators to clean milk thistle fruit achenes from short impurities. Specifically, to clean the fruit achenes from short impurities, it is recommended to choose a working unit with a cell size 1,10–1,25 times the maximum size of the corresponding impurities. It has been established that the proposed treatment method ensures the production of high quality seed material.

Keywords: milk thistle (*Silybum marianum*), seeds, cleaning, hard to separate impurities, sieve, cellular cylinder

For citation: Abiduev A. A., Darmaeva T. G., Abiduev A. A. Cleaning *Silybum marianum* (milk thistle) seeds from hard to separate impurities. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:71–77. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-71-77>.

Введение. Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова с проектом «Байкалбиофарм 2030. Агробιοтехнологии будущего» с 2022 г. входит в Дальневосточный трек программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». Вуз станет опорным центром лекарственного растениеводства в республике.

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) включена в Государственную фармакопею Российской Федерации XV издания и является ценной лекарственной культурой.

Посевы травы засоряют ширица, марь белая, горец шероховатый и гречишка выюнковая. Из них трудноотделимой примесью плодов-семянков травы является гречишка выюнковая.

Очистка плодов расторопши пятнистой мало изучена. С этой целью рекомендуют обрабатывать их на зерноочистительных машинах разных марок и агрегатах типа ЗАВ [1, 2], которые тем не менее не обеспечивают эффективную очистку плодов данной травы.

В этой связи обоснование технологического процесса очистки плодов расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей путем изучения их физических свойств и исследования технологических процессов обработки семенного материала

представляет актуальную научно-техническую проблему.

Цель исследований – обоснование способа очистки плодов расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей.

Материалы и методы исследований. Общая засоренность семенного материала расторопши пятнистой по состоянию на 2025 г. составляла 6,7 %, в том числе сорной примесью 5,5 %. Значительную часть сорной примеси составляли семена ширицы, мари белой и горца шероховатого. Указанные сорняки имеют мелкие семена и легко выделяются из семян травы на ситах с продолговатыми и круглыми отверстиями. К трудноотделимым примесям плодов данной травы относится гречишка выюнковая.

Для определения физических свойств плодов основной культуры и примесей с целью выявления признаков их различия, с учетом которых разрабатывается технологический процесс очистки семенного материала, применяется статистический метод исследования [3, 4].

Толщину семян и примесей устанавливали путем обработки порции смеси на лабораторном решетном классификаторе, скорость витания – на пневматическом классификаторе. Скорость воздушного потока в его канале изменяется с шагом 0,5 м/с и устанавливается с помощью ми-

кроманометра ММН-240. Длину частиц определяли путем непосредственного измерения с помощью микрометра.

Наибольшее различие плоды и частицы гречишки вьюнковой имеют по длине. Очистка семян по длине осуществляется в цилиндрическом сепараторе с ячеистым цилиндром и желобом, расположенным внутри него [5]. Качество обработки семян в ячеистом цилиндре зависит от его параметров (размера ячеек и положения желоба) [6]. Они могут быть установлены путем теоретического исследования процессов выпадения из ячеек рабочих органов длинных и коротких зерновок, которые рассмотрены нами в работах [7, 8]. Данный процесс описан нами дифференциальным уравнением в работе [9].

В результате решения дифференциального уравнения были определены углы выпадения плодов травы и коротких примесей (гречишки вьюнковой) из ячеек цилиндров триерного блока зерноочистительного агрегата. Анализ полученных данных позволит обосновать рациональные размеры ячеек рабочих органов, а также построить траектории свободного полета длинных и коротких зерен и на основе их анализа установить расположение приемной кромки желоба цилиндра для улавливания последних.

Изменение параметра выпадения плодов основной культуры и гречишки

вьюнковой из ячеек рабочего органа в зависимости от их размера представлено на рисунке 1.

Частицы основной культуры и указанной примеси выпадают при разных углах из ячеек рабочих органов с размерами 4,5 и 5,0 мм (рис.1), что указывает на возможность разделения их в рабочих органах с указанными размерами ячеек.

Траектории свободного полета частиц, выпавших из ячеек цилиндра, были построены по разработанной нами методике [10]. Зоны свободного полета частиц основной культуры и гречишки вьюнковой в рабочем органе с ячейками 5,0 мм приведены на рисунке 2.

Для отделения гречишки вьюнковой от обрабатываемого материала рекомендуется установить приемную кромку желоба рабочего органа под следующим углом к его горизонтальному диаметру:

$$\alpha_k = 47^\circ < \alpha_l < \alpha_d = 50^\circ$$

Были установлены параметры выпадения из ячеек размером 4,5 мм рабочего органа и построены траектории свободного полета длинных и коротких зерен. На основе данного анализа определено рациональное положение приемной кромки желоба под углом $43^\circ < \alpha_l < 47^\circ$.

Таким образом, для очистки плодов расторопши пятнистой от коротких примесей (гречишки вьюнковой) рекоменду-

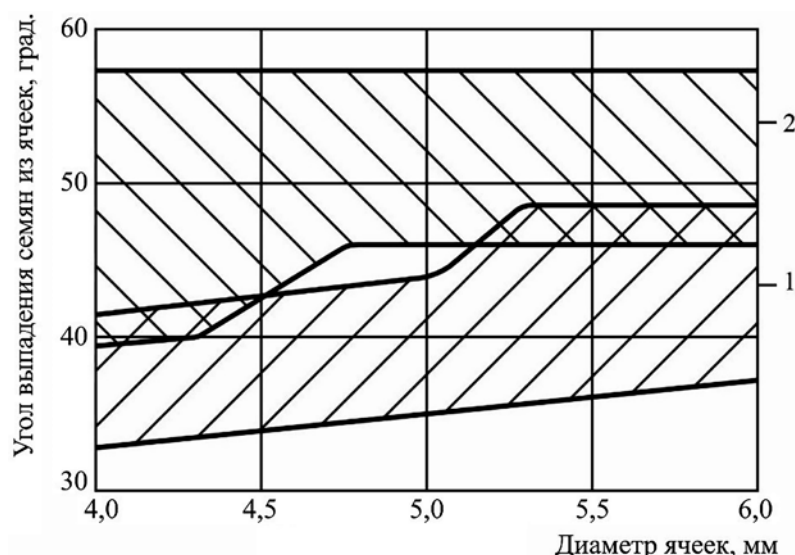


Рисунок 1 – Изменение параметра выпадения плодов основной культуры (1) и гречишки вьюнковой (2) из ячеек цилиндра в зависимости от их размера

Figure 1 – Change in the parameter of the loss of fruits of the main crop (1) and black bindweed (2) from the cells of the cylinder, depending on their size

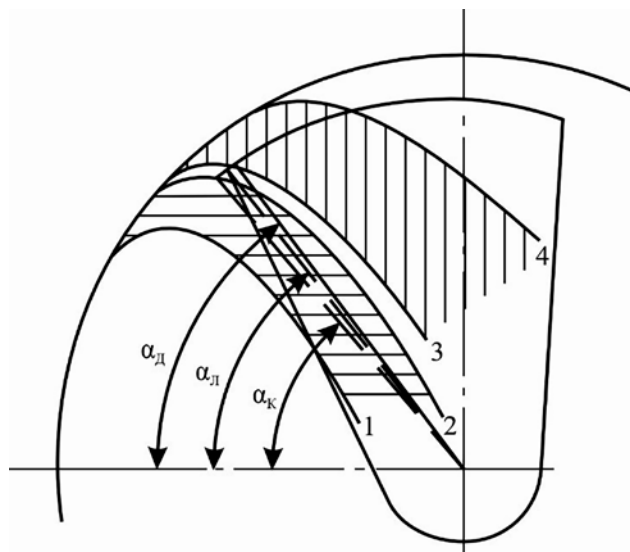


Рисунок 2 – Зоны свободного полета частиц основной культуры (1–2) и гречишки вьюнковой (3–4) в рабочем органе с ячейками 5 мм

Figure 2 – Free-flight zones of main crop particles (1–2) and black bindweed (3–4) in a working organ with 5 mm cells

ется обработать материал в ячеистом цилиндре с размером ячеек 4,5 или 5,0 мм, установив приемную кромку желоба под углом 43–50 град.

Экспериментальные исследования процесса очистки плодов расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей проводились в лаборатории «Агротех» с использованием малогабаритной машины СМ-0,15 и цилиндрического сепаратора со сменными цилиндрами и в экспериментальном сепараторе.

Результаты исследований и их обсуждение. Толщина плодов расторопши пятнистой и частиц гречишки вьюнковой составляет 1,6–2,8 мм; длина плодов травы – 4–8 мм, указанной примеси – 2–4 мм. Скорость витания плодов травы соответствует 4,5–7,0 м/с, примеси – 4,0–6,5 м/с.

Кривые распределения частоты плодов основной культуры и трудноотделимых примесей по толщине и скорости витания перекрываются, наибольшее различие их наблюдается по длине (рис. 3).

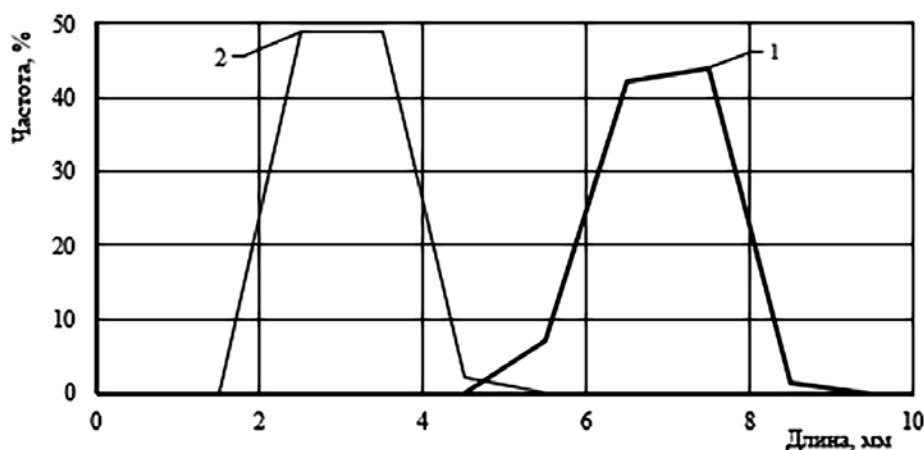


Рисунок 3 – Распределения частоты плодов травы (1) и гречишки вьюнковой (2) по длине

Figure 3 – Distribution of the frequency of fruits of grass (1) and black bindweed (2) by length

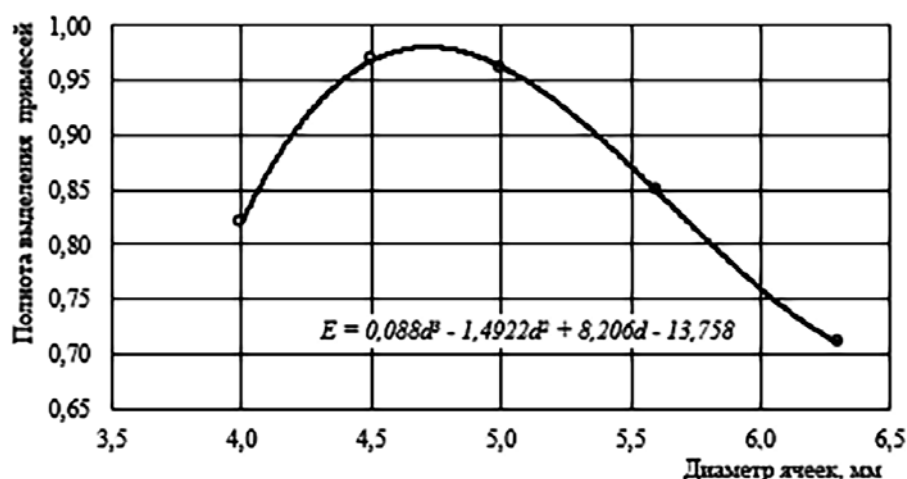


Рисунок 4 – Изменение полноты отделения гречишки выюнковой от плодов травы в цилиндрах в зависимости от размера ячеек

Figure 4 – The change in the completeness of the separation of black bindweed from the fruits of the grass in the cylinders, depending on the size of the cells

Мелкие зерновки гречишки выюнковой выделяются из семенного материала в пневмоаспирационных каналах воздушно-ситовых сепараторов первичной и вторичной очистки и на сортировальном сите. Скорость воздушного потока в пневмоаспирационных каналах сепараторов рекомендуется установить в пределах 4,0–5,0 м/с.

Высокая полнота отделения зерновок гречишки выюнковой из семенного материала достигается при его обработке в ячейчатых цилиндрах с диаметром ячеек 4,5 и 5,0 мм и расположении приемной кромки желоба к горизонтальному диаметру цилиндра под углом 40–50 град, что подтверждает результаты теоретических исследований (рис. 4).

Рациональные размеры ячеек (4,5 и 5,0 мм) цилиндров, выделяющих из плодов травы короткие примеси (рис. 4), превышают максимальную длину указанных примесей (4 мм) на 10–25 %.

Таким образом, для очистки плодов расторопши пятнистой от коротких примесей рекомендуется выбрать ячейчатый цилиндр с размером ячеек 1,10–1,25-крат-

ным наибольшему размеру выделяемых примесей.

Обработка семян расторопши пятнистой предложенным способом, проведенная на малогабаритной воздушно-ситовой машине СМ-0,15 и в экспериментальном цилиндрическом сепараторе с размером ячеек 5,0 мм и с рекомендуемым расположением приемной кромки желоба, показала высокую эффективность.

Заключение. Плоды-семянки расторопши пятнистой рекомендуется обрабатывать на колосовом и подсевном ситах, в пневмоаспирационных каналах сепараторов, на сортировальном сите и в цилиндрическом сепараторе с ячейками размером 4,5–5,0 мм, установив приемную кромку желоба под углом 40–50 град.

Для выделения из плодов расторопши пятнистой коротких примесей рекомендуется выбрать рабочий орган с размером ячеек 1,10–1,25-кратным наибольшему размеру частиц выделяемых примесей. При обработке плодов-семянки расторопши пятнистой предлагаемым способом обеспечивается получение семенного материала высокого качества.

Список источников

1. Чавдарь Н. С., Рушук А. Д., Шайхилов Д. Т., Кымпан М. И. Технология возделывания расторопши пятнистой, кунжута индийского и льна масличного в бассейне Среднего Днестра : методические рекомендации. Тирасполь : Приднестровский государственный университет, 2020. 35 с.

2. Аникина А. Ю., Басалаева И. В., Бушковская Л. М. Лекарственные и эфирномасличные культуры: особенности возделывания их на территории Российской Федерации. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2021. 256 с.
3. Oliveira A., Coradi R., Teodoro L., Rodrigue S., Teodoro P., Moraes R. Multivariate statistical analysis applied to physical properties of soybean seeds cultivars on the post-harvest // *Agronomy*. 2024. Vol. 45. P. 1–11. doi: 10.4025/actasciagron.v46i1.63664.
4. Терехова Н. А., Веденева Н. Г. Статистические методы обработки данных, применяемые в почвенных исследованиях // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы всерос. науч.-метод. конф. Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2023. С. 309–311. EDN FDTEYB.
5. Абидуев А. А., Пехутов А. С., Балданов М. Б., Тогмидон А. Ю. Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2022. № 3. С. 74–80. doi: 10.22450/199996837_2022_3_74. EDN RVKSDJ.
6. Абидуев А. А., Пехутов А. С., Бадмацыренов Д. Ц., Болоев П. А., Кокиева Г. Е. Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии*. 2024. № 3. С. 156–161. doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.019. EDN QZYUQ.
7. Абидуев А. А., Петунов С. В., Урханов Н. А., Абидуев А. А. Обоснование параметров сепаратора для очистки семян пшеницы от длинных примесей // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. 2021. Вып. 3 (82). С. 41–46. doi: 10.53980/24131997_2021_3_41. EDN NCMFEJ.
8. Абидуев А. А., Раднаев Д. Н., Абидуев А. А., Дугаров Ц. Б. Обоснование параметров цилиндрического ячеистого сепаратора // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. 2022. № 1 (84). С. 37–42. doi: 10.53980/24131997_2022_1_37. EDN TYGBIH.
9. Абидуев А. А., Трофимова В. С., Тогмидон А. Ю., Тушкаев Е. В., Абидуев А. А. Очистка семенного зерна ячменя от семян сорных растений // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2025. Т. 19. № 2. С. 105–114. doi: 10.22450/1999-6837-2025-19-2-105-114. EDN UMZRZM.
10. Научное и техническое обеспечение производства и переработки зерна в условиях Бурятии : научно-практические рекомендации / под ред. Д. Н. Раднаева. Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. 181 с.

References

1. Chavdar N. S., Rushchuk A. D., Shaikhilov D. T., Kympan M. I. *Technology of cultivating milk thistle, Indian sesame and oil flax in the Middle Dniester basin: methodological recommendations*, Tiraspol, Pridnestrovskii gosudarstvennyi universitet, 2020, 35 p. (in Russ.).
2. Anikina A. Yu., Basalaeva I. V., Bushkovskaya L. M. *Medicinal and essential oil crops: Features of cultivation in the Russian Federation*, Moscow, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut lekarstvennykh i aromaticeskikh rastenii, 2021, 256 p. (in Russ.).
3. Oliveira A., Coradi R., Teodoro L., Rodrigue S., Teodoro P., Moraes R. Multivariate statistical analysis applied to physical properties of soybean seeds cultivars on the post-harvest. *Agronomy*, 2024;45:1–11. doi: 10.4025/actasciagron.v46i1.63664.
4. Terekhova N. A., Vedeneva N. G. Statistical methods of data processing applied in soil research. *Proceedings from University complex as a regional center of education, science and culture: Vserossiiskaya nauchno-metodicheskaya konferentsiya*. (PP. 309–311), Orenburg, Orenburgskii gosudarstvennyi universitet, 2023. EDN FDTEYB (in Russ.).
5. Abiduev A. A., Pekhutov A. S., Baldanov M. B., Togmidon A. Yu. Cleaning barley seeds from hard to separate impurities. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2022;3:74–80. doi: 10.22450/199996837_2022_3_74. EDN RVKSDJ (in Russ.).
6. Abiduev A. A., Pekhutov A. S., Badmatsyrenov D. Ts., Boloev P. A., Kokieva G. E. Cleaning barley seeds from hard to separate impurities. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi*

sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2024;3:156–161. doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.019. EDN QZYUQ (in Russ.).

7. Abiduev A. A., Petunov S. V., Urkhanov N. A., Abiduev A. A. Substantiation of separator parameters for cleaning wheat seeds from long impurities. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniya*, 2021;3(82):41–46. doi: 10.53980/24131997_2021_3_41. EDN NCMFEJ (in Russ.).

8. Abiduev A. A., Radnaev D. N., Abiduev A. A., Dugarov Ts. B. Substantiation of parameters of a cylindrical cell separator]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniya*, 2022;1(84):37–42. doi: 10.53980/24131997_2022_1_37. EDN TYGBIH (in Russ.).

9. Abiduev A. A., Trofimova V. S., Togmidon A. Yu., Tushkaev E. V., Abiduev A. A. Cleaning seed barley grain from weed seeds]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2025;19;2:105–114. doi: 10.22450/1999-6837-2025-19-2-105-114. EDN UMZRZM (in Russ.).

10. Radnaev D. N. (Eds.). *Scientific and technical support for grain production and processing in Buryatia*, Ulan Ude, Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2023, 181 p. (in Russ.).

© Абидуев А. А., Дармаева Т. Г., Абидуев А. А., 2026

Статья поступила в редакцию 20.05.2026; одобрена после рецензирования 13.06.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 20.05.2026; approved after reviewing 13.06.2026; accepted for publication 15.06.2026.

Информация об авторах

Абидуев Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, abana47@mail.ru;

Дармаева Татьяна Геннадьевна, аспирант, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, tanyadar85@mail.ru;

Абидуев Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, abiduev2011@yandex.ru

Information about the authors

Andrey A. Abiduev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, abana47@mail.ru;

Tatyana G. Darmaeva, Postgraduate Student, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, tanyadar85@mail.ru;

Alexander A. Abiduev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberian State University of Technology and Management, abiduev2011@yandex.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 664.69

EDN WHLIYT

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-78-87>

Разработка рецептуры и технологии снеков с использованием продуктов переработки регионального растительного сырья

Анна Владимировна Ермолаева¹, Татьяна Владимировна Матвеева²^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ ermolaeva3919679@mail.ru, ² tanya24_99@mail.ru

Аннотация. В статье детализированы методика подбора ингредиентов и последовательность технологических операций при производстве снеков на основе растительного сырья: жмыха моркови, соевого порошка, ягод красники (*Vaccinium praestans*). В результате проведенных исследований экспериментально обоснована и разработана рецептура снекового батончика с учетом новой композиции растительных ингредиентов. Полученные результаты дополняют сведения о содержании в продуктах переработки ягод красники минорных и эссенциальных компонентов; расширяют возможности и направления их использования для создания функциональной снековой продукции. Полученный по разработанной рецептуре снековый батончик содержит только природные сахара и может быть позиционирован как изделие, являющееся источником белка, витамина С, продуктом с высоким содержанием пищевых волокон. Использование соевого порошка в технологических решениях и технологиях получения обогащенной снековой продукции является актуальным направлением. Разработанный снековый батончик массой 60 г обеспечивает покрытие 6 % суточной потребности в кальции и 15 % в магнии, что позволяет рассматривать данный продукт как дополнительный источник макроэлементов в рационе профилактического питания. Энергетическая ценность снекового батончика составила 107,7 ккал. Результаты проведенных исследований могут служить основой для разработки технологии готового к употреблению функционального снекового батончика на основе плодово-ягодных, белковых ингредиентов, что позволит расширить ассортимент продукта. Нами рассчитана экономическая эффективность научной разработки, что доказывает целесообразность внедрения ее в производство. Отпускная цена за один килограмм снеков с рекомендованными добавками составляет 1 110,9 рублей и является относительно невысокой. Доступная цена и высокая потребительская привлекательность продукции обеспечат ее стабильный спрос на региональном рынке.

Ключевые слова: снеки, ягода красника, соевый порошок, витамины, пектин, функциональные свойства, органолептические показатели, физико-химические показатели

Для цитирования: Ермолаева А. В., Матвеева Т. В. Разработка рецептуры и технологии снеков с использованием продуктов переработки регионального растительного сырья // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 78–87. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-78-87>.

Original article

Development of snack recipes and technologies using processed regional plant raw materials

Anna V. Ermolaeva¹, Tatyana V. Matveeva²^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation¹ ermolaeva3919679@mail.ru, ² tanya24_99@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the selection of ingredients and the sequence of technological operations in the production of snacks based on vegetable raw materials. It is suggested to use carrot cake, soybean powder, and *Vaccinium praestans*. The authors experimentally substantiated and developed a recipe for a snack bar. The results obtained complement the information on the content of minor and essential components in the processed products of *Vaccinium praestans*, as well as expand the possibilities and directions of their use to create functional snack products. The snack bar obtained according to the developed recipe contains only natural sugars and can be positioned as a product that is a source of protein, vitamin C, and contains a high amount of dietary fiber. The developed snack bar weighing 60 g provides coverage of 6% of the daily requirement for calcium and 15% of magnesium. This allows us to consider this product as an additional source of macronutrients. The energy value of the snack bar was 107.7 kcal. The authors calculated the economic efficiency of the developed product, which proves the feasibility of its introduction into production. The selling price for one kilogram of snacks with recommended additives is 811 rubles and is relatively low. The affordable price and high consumer attractiveness of the products will ensure their stable demand in the regional market.

Keywords: snacks, *Vaccinium praestans*, soybean powder, vitamins, pectin, functional properties, organoleptic indicators, physical and chemical indicators

For citation: Ermolaeva A. V., Matveeva T. V. Development of snack recipes and technologies using processed regional plant raw materials. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:78–87. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-78-87>.

Введение. Приоритетной задачей государственной политики считается укрепление здоровья населения путем формирования системы мотивации людей к здоровому образу жизни, корректировки состава ежедневных пищевых рационов, предполагающее наращивание производства продуктов питания специальной направленности, в том числе снековой продукции [1].

На продовольственном рынке в России аналогичная товарная продукция представлена в недостаточной степени и научные исследования в этом направлении весьма актуальны.

В частности, необходима разработка товарных линеек снековых батончиков с высоким содержанием белка и полезных свойств. Актуальным такой перекус стал не только для потребителей, которые являются сторонниками здорового образа жизни, но и для спортсменов, поскольку данные батончики отличаются высокой энергетической и пищевой ценностью и вместе с тем не требуют приготовления и специального хранения [2, 3].

В современных условиях существует повышенный спрос на ингредиенты, поддерживающие иммунитет и здоровье. И с этих позиций снековые батончики не стали исключением. Разработки в этом направлении ведутся достаточно активно и успешно, поскольку сегмент снековых ба-

тончиков до конца еще не сформирован и будет только развиваться за счет расширения ассортиментной линейки [3–9].

Результаты аналитического обзора позволили аргументированно сформировать рецептуру функционального снекового батончика на основе соевого порошка, свежих ягод красники и морковного жмыха [10–12].

Анализ публикаций свидетельствует об оригинальности предложенной комбинации, не имеющей прямых аналогов в современных исследованиях по производству снеков. Внедрение данной композиции требует детального изучения кинетики физико-химических и реологических процессов, протекающих в пищевой системе при технологической обработке, с обязательным учетом термостабильности функциональных компонентов и режимов их внесения. Это позволяет обеспечить целевую пищевую ценность и стабильные органолептические показатели готового продукта.

При разработке рецептурного состава критически важна оценка сенсорной совместимости сырья, что особенно значимо для функциональных пищевых продуктов. Системное решение данных вопросов закладывает научно-технологический фундамент для отработки рецептуры и оптимизации производственного цикла нового изделия.

Цель исследований состоит в разработке технологии производства снеков с использованием продуктов переработки растительного сырья.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить ряд задач: подобрать оптимальные дозы внесения пищевых компонентов; разработать рецептуру и технологию функциональных снековых изделий; определить физико-химические и органолептические показатели готовых изделий; изучить их пищевую ценность; доказать экономическую целесообразность выпуска данного продукта.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на кафедре технологии переработки сельскохозяйственной продукции Дальневосточного государственного аграрного университета. Объектами исследований стали соевый порошок, морковный жмых, свежие ягоды красники и образцы снековых батончиков, полученные в лабораторных условиях.

Для оценки готовой продукции использованы общепринятые и специализированные современные методики физико-химического и органолептического анализа, позволившие определить компонентный состав, физико-химические характеристики и комплекс качественных показателей готовых изделий.

Анализ снеков проводился в соответствии с нормативно-технической документацией, регламентирующей технические требования к соответствующим изделиям, а также ГОСТ Р 54059–2010 «Продукты пищевые функциональные. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования».

Органолептический анализ включал рейтинговую оценку внешнего вида, текстуры (консистенции), запаха и вкуса с использованием шкалы: 5 баллов – отличное качество, 4 балла – хорошее качество, 3 балла – удовлетворительное качество и 2 балла – неудовлетворительное качество.

Для исследования основных показателей качества снекового батончика использованы следующие государственные стандарты: ГОСТ 5900–2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ»; ГОСТ 31902–2012 «Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли жира»; ГОСТ 5901–2014

«Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси».

Расчет пищевой ценности готового снекового батончика по содержанию белков, жиров, углеводов (на 100 г готового изделия) производили с учетом их содержания в рецептурных ингредиентах и в пересчете на количество, необходимое по рецептуре.

Экспериментальные данные оценивали методами математической статистики. Расчеты и построение графического материала выполняли в табличном процессоре Microsoft Excel.

Результаты исследований. Освоение новой комбинации ингредиентов требует прогнозирования трансформаций рецептурной композиции в технологическом цикле с учетом функциональных свойств сырья и режимов его внесения, что обеспечивает стабильные качественные показатели и целевую пищевую ценность продукта. Конструирование рецептуры функционального изделия базируется на оценке органолептической совместимости компонентов и их химического состава. Данные задачи определяют научно-практическую основу для разработки рецептуры и отработки промышленной технологии нового снекового продукта.

Для разработки рецептуры снекового батончика на основе выбранных ингредиентов с учетом их сенсорных характеристик нами были созданы три экспериментальных образца, приготовленные по рецептурам, представленным в таблице 1 [13].

Дегустационной комиссией проведена органолептическая оценка представленных образцов по предложенной балльной шкале (без учета коэффициентов весомости) как среднее арифметическое оценок респондентов. Результаты органолептической оценки представлены на рисунке 1.

В ходе оптимизации дозировок рецептурных компонентов снековых батончиков проведена оценка структурно-механических характеристик опытных образцов. Установлено, что образец 1 характеризовался недостаточной связностью массы продукта, низкой формоустойчивостью и склонностью к крошению, что за-

Таблица 1 – Экспериментальные рецептуры снековых батончиков

Table 1 – Experimental formulations of snack bars

В граммах на 100 грамм продукта (in grams per 100 grams of product)

Наименование ингредиента	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Соевый порошок	30	35	40
Ягода красники	25	25	25
Мед	15	15	15
Морковный жмых	15	15	15
Пектин	15	10	5
Содержание сухого вещества, %	78,0	80,0	81,0

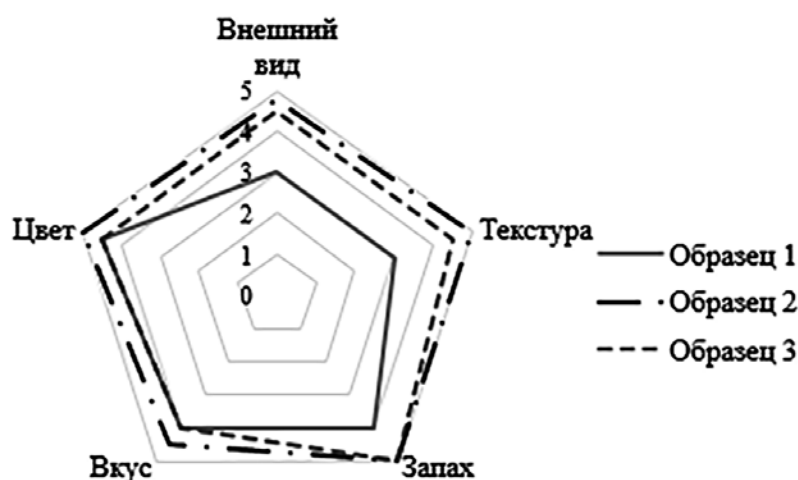


Рисунок 1 – Профилограмма органолептических показателей исследуемых образцов

Figure 1 – Profilogram of organoleptic parameters of the studied samples

трудняло процесс формования. Образцы 2 и 3 демонстрировали оптимальные реологические свойства: пластичную, однородную консистенцию, стабильную форму и равномерное распределение компонентов в объеме матрицы. По результатам комплексной органолептической оценки (с учетом текстуры, внешнего вида, вкусовой сбалансированности) образец 2 признан наиболее предпочтительным и принят за базовый для дальнейших исследований.

Экспериментально отработана технологическая схема производства снековых батончиков, которая базируется на двухступенчатом подходе:

1. Предварительная подготовка сырья.
2. Формирование рецептурной композиции.

На первой стадии соевое зерно обжаривали при температуре 110 °С в течение 40 мин; охлаждали и измельчали до дис-

персности, обеспечивающей необходимую гидратационную способность. Морковь после мойки, очистки и тонкого измельчения подвергали прессованию с разделением фракций, используя в рецептуре жмых как функциональный наполнитель.

На второй стадии осуществляли раздельную гомогенизацию сухой (соевый порошок) и жидкой (ягоды красники, морковный жмых, мед, пектин) фаз. Дозированное внесение компонентов в месильную камеру производилось в последовательности: «мед → сухая фаза → жидкая фаза». Механическое вымешивание выполняли в течение 10–15 мин до формирования связной пластичной массы с равномерной дисперсией частиц. Далее осуществляли выгрузку полуфабриката и формование в силиконовых матрицах.

Сушка производилась при температуре 60 °С в течении 180 минут. Затем следовало охлаждение и фасовка продукта.

Установленные параметры обеспечивают минимизацию расслоения композиции и стабильность текстурных показателей изделий.

Для подтверждения соответствия готовой продукции нормативным требованиям и оценки эффективности предложенных технологических решений был

проведен анализ органолептических показателей и пищевой ценности снекового батончика (табл. 2, 3).

Комплексная органолептическая оценка позволила установить прямую зависимость между выбранным сырьем и конечными потребительскими свойствами продукта. Ягоды красники, сохраняя

Таблица 2 – Органолептические показатели снекового батончика

Table 2 – Organoleptic characteristics of a snack bar

Показатели	Описание
Внешний вид	однородный по размеру, форме, цвету; кусочки натуральной красники, без комкования
Цвет	однородный, красно-розовый
Запах	свойственный краснике, натуральный, выраженный, без посторонних запахов; не затхлый, не плесневый
Вкус	свойственный краснике, натуральный, ореховый привкус; без привкуса горечи, плесени и других посторонних примесей

Таблица 3 – Пищевая ценность снекового батончика

Table 3 – Nutritional value of a snack bar

Компоненты	Содержание в 100 г	Содержание в одной порции (60 г)	Суточная физиологическая потребность, г/сут; мг/сут	Удовлетворение суточной физиологической потребности при потреблении одной порции, %
Белки, г	14,43	8,658	84	10
Жиры, г	5,9	3,540	80	4
Углеводы, г	16,9	10,140	336	3
<i>Макроэлементы, мг/100г</i>				
Кальций	100,4	60,24	1 000	6
Фосфор	224,3	134,58	700	19
Магний	105,45	63,27	420	15
Калий	622,75	373,65	3 800	10
Натрий	48,95	29,37	2 300	1
<i>Микроэлементы, мг/100г</i>				
Марганец	0,7755	0,4653	2,3	20
<i>Витамины, мг/100г</i>				
A	0,19	0,11	0,9	13
B ₁	0,32	0,19	1,2	16
B ₂	0,09	0,06	1,3	4
B ₆	0,35	0,21	1,3	16
B ₉	0,13	0,08	0,4	19
C	50,04	30,02	90	33
E	0,50	0,30	15	2
K	0,03	0,02	0,12	15

целостность и равномерно распределяясь в массе продукта, выполняют роль натурального красителя (обуславливая однородный красно-розовый оттенок) и природного ароматизатора (формируя выраженный ягодный запах без посторонних тонов). В свою очередь, предварительная термическая обработка сои стимулирует образование летучих ароматических соединений, что проявляется в виде сбалансированного орехового привкуса и полностью маскирует характерную для бобовых горечь. Отсутствие дефектов внешнего вида, однородность текстуры и чистота вкусо-ароматического профиля подтверждают технологическую совместимость компонентов и обосновывают разработанную рецептуру как перспективную для создания функциональных снековых продуктов с улучшенными органолептическими характеристиками.

Разработанный снековый батончик массой 60 г обеспечивает покрытие 6 % суточной потребности в кальции и 15 % в магнии, что позволяет рассматривать продукт как дополнительный источник данных макроэлементов в рационе профилактического питания (табл. 3). При расчетах суточная физиологическая потребность принята в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Регулярное употребление такого батончика может помочь поддержать нормальный минеральный баланс, особенно у людей, ведущих умеренно активный образ жизни. При этом продукт не заменяет основные источники кальция и магния, а дополняет их в ситуациях, когда полноценное питание недоступно.

Полученный по разработанной рецептуре снековый батончик содержит только натуральные сахара и может быть позиционирован как изделие, являющееся источником белка, витамина С.

Оценка экономической эффективности разработанной рецептурно-технологической схемы является обязательным этапом научно-технического исследования, поскольку позволяет определить коммерческий потенциал новшества и условия его масштабирования в промышленных масштабах. В современном сег-

менте функционального питания ценовая доступность выступает ключевым фактором потребительского выбора: высокая стоимость часто ограничивает массовый спрос, несмотря на доказанную нутриентную ценность продукта [14].

В этой связи при конструировании нового изделия требуется соблюдение баланса между функциональными характеристиками и конечной отпускной ценой.

Проведенный расчет полной себестоимости, учитывающий затраты на сырьевые компоненты, технологические операции, энергоресурсы и нормативные издержки, продемонстрировал, что производственная стоимость разрабатываемого снекового батончика находится в пределах допустимого рыночного диапазона. Сформированный уровень затрат обеспечивает формирование конкурентоспособной розничной цены, которая сохраняет экономическую доступность для целевых потребительских групп и одновременно гарантирует достаточную производственную рентабельность.

Таким образом, рассчитанные экономические показатели создают условия для взаимной заинтересованности потребителей и производителей, что является необходимым основанием для успешной коммерциализации научной разработки и ее устойчивого внедрения в производственную практику пищевой отрасли.

Полученные результаты расчетов, отражающие основные показатели экономической эффективности производства снеков, представлены в таблице 4.

Экономический расчет показал, что себестоимость 1 тонны снековой продукции функционального назначения составила 957 658 руб. Уровень рентабельности производства достигал 16 % при средней рыночной цене на снековую продукцию. При выборе цены за одну упаковку снека руководствовались также проведенным социологическим опросом предполагаемых покупателей. Один батончик массой 60 г будет стоить 67 рублей.

Таким образом, из проведенных расчетов можно сделать вывод, что производство снековой продукции из растительного сырья Дальневосточного региона и, кроме того, имеющего функциональное назначение, выгодно для рынка.

Таблица 4 – Экономическая эффективность производства снеков функционального назначения**Table 4 – Economic efficiency of the production of functional snacks**

Показатели	Снековый батончик
Выручка от реализации 1 тонны продукции, руб.	1 110 883
Полная себестоимость 1 тонны продукции, руб.	957 658
Прибыль от реализации 1 тонны продукции, руб.	153 225
Уровень рентабельности производства, %	16
Цена за 1 кг продукции, руб.	1 110,9
Затраты на 1 рубль товарной продукции, руб.	0,86

Заключение. На основе аналитического обзора и экспериментальных данных научно обоснована рецептура функционального снекового батончика с использованием нетрадиционного растительного сырья: соевого порошка, ягод красники и морковного жмыха. Установлено, что данная композиция обладает рецептурной новизной и позволяет создать продукт с заданным нутриентным профилем.

Разработана и оптимизирована технологическая схема производства. Экспериментально доказано, что термическая обработка сои обеспечивает формирование характерного орехового привкуса, маскирующего специфические тона бобовых, а ягоды красники выступают в роли многофункционального ингредиента, который придает изделию устойчивый красно-розовый цвет и выраженный ягодный аромат без использования синтетических добавок.

Исследуемый продукт представляет перспективный функциональный ингредиент с доказанной нутриентной плотностью. Включение одной порции продукта (60 г) в рацион взрослого человека обе-

спечивает частичное восполнение суточной потребности по широкому спектру витаминов и минералов, прежде всего витамину С, марганцу, фосфору и витаминам группы В. Продукт соответствует современным трендам на создание пищевых решений для профилактики алиментарно-зависимых состояний и может быть рекомендован для использования в обогащенных продуктах питания и специализированных рационах.

Расчет экономической эффективности продемонстрировал коммерческую целесообразность внедрения разработки: производственная себестоимость находится в пределах допустимого рыночного диапазона, что обеспечивает конкурентоспособную розничную цену, рентабельность производства и доступность продукта для целевых потребительских групп.

Полученные результаты создают научно-методическую основу для организации промышленного выпуска функциональных снеков, способствующих расширению ассортимента здорового питания и рациональному использованию растительных ресурсов региона.

Список источников

1. Албычева Л. А. Разработка ассортиментной линейки снековых батончиков для питания детей подросткового возраста: прогнозирование качества, проектирование рецептур, потребительские свойства : дис. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2022. 247 с. EDN WBEZEU.
2. Алексеева Т. В., Назарова Н. Е., Орлова А. И. Пищевая композиция для алиментарной коррекции пищевых рационов детей подросткового возраста // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84. № 4 (94). С. 59–68. doi: 10.20914/2310-1202-2022-4-59-68. EDN OSMDPQ.
3. Алексеенко Е. В., Петрова А. А., Рубан Н. В., Бакуменко О. Е. Разработка рецептурной композиции функционального снекового батончика на основе растительных ингредиентов // Health, Food & Biotechnology. 2021. Т. 3. № 4. С. 43–59. doi: 10.36107/hfb.2021.i4.s120. EDN HUFLYN.

4. Васюкова А. Т., Эдварс Р. А., Васюков М. В. Современные тенденции развития специализированного питания : монография. М. : Русайнс, 2023. 168 с.
5. Ананьева О. В., Винницкая В. Ф., Акишин Д. В. Технология производства функциональных снеков из местного фруктового и овощного сырья // Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья : материалы I всерос. конф. с междунар. участием. Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2019. С. 422–426. EDN QWLDWA.
6. Лилишенцева А. Н., Мельник Ю. А. Разработка рецептурных составов протеиновых батончиков // Вестник Сибирского университета потребительской кооперации. 2020. № 1 (31). С. 51–54. EDN EBRLFL.
7. Некрасова С. О., Сафарян Д. С. Разработка рецептуры и технологии злаковых батончиков функционального назначения с использованием яблочного пюре // Аграрная наука – сельскому хозяйству : материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Майкоп : Издательство «Магарин Олег Григорьевич», 2021. С. 422–424. EDN GQQBFU.
8. Некрасова Ю. О., Мезенова О. Я. Батончики-снеки для спортивного питания: маркетинговое исследование и технология // Вестник молодежной науки. 2020. № 3 (25). С. 8. doi: 10.46845/2541-8254-2020-3(25)-8-8. EDN ULYWZF.
9. Нилова Л. П., Кораблева В. И. Влияние структурообразователей на формирование сироп-связки для зерновых батончиков // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли : материалы всерос. науч.-практ. и учебн.-метод. конф. СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. С. 616–620. EDN HNYQES.
10. Ермолаева А. В., Матвеева Т. В. Обоснование выбора регионального сырья с повышенным содержанием ценных макро- и микронутриентов для производства снеков // Научный и экономический потенциал развития общества: теория и практика : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. С. 296–302. EDN PSJSLS.
11. Ермолаева А. В., Гартованная Е. А., Матвеева Т. В., Голуб В. Л. Природный потенциал Дальнего Востока и перспективы использования ягодного сырья в пищевой промышленности // Экономика и предпринимательство. 2023. № 12 (161). С. 581–584. doi: 10.34925/EIP.2023.161.12.114. EDN SEYMWR.
12. Ермолаева А. В., Матвеева Т. В. Влияние нетрадиционного растительного сырья на пищевую ценность обогащенного снекового продукта // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всерос. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2025. С. 185–190. doi: 10.22450/978-5-9642-0602-6-185-190. EDN ZAWIII.
13. Ермолаева А. В., Матвеева Т. В. Разработка рецептурной композиции снеков функционального назначения из растительного сырья // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 102–106. doi: 10.22450/978-5-9642-0637-8-102-106. EDN XTTLKF.
14. Бородай В. А., Галенко Е. В., Дегтева Л. В. Экономика предприятия (организации) : учебное пособие. Нижний Новгород : Профессиональная наука, 2018. 500 с.

References

1. Albycheva L. A. Development of an assortment line of snack bars for nutrition of adolescent children: quality forecasting, recipe design, consumer properties. *Candidate's thesis*. Voronezh, 2022, 247 p. EDN WBEZEU (in Russ.).
2. Alekseeva T. V., Nazarova N. E., Orlova A. I. Food composition for alimentary correction of diets of adolescents. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*, 2022;84;4(94):59–68. doi: 10.20914/2310-1202-2022-4-59-68. EDN OSMDPQ (in Russ.).
3. Alekseenko E. V., Petrova A. A., Ruban N. V., Bakumenko O. E. Development of a recipe composition for a functional snack bar based on plant ingredients. *Health, Food & Biotechnology*, 2021;3;4:43–59. doi: 10.36107/hfb.2021.i4.s120. EDN HUFLYH (in Russ.).

4. Vasyukova A. T., Edwards R. A., Vasyukov M. V. *Modern trends in the development of specialized nutrition: monograph*, Moscow, Rusains, 2023, 168 p. (in Russ.).
5. Ananyeva O. V., Vinnitskaya V. F., Akishin D. V. Technology of production of functional snacks from local fruit and vegetable raw materials. Proceedings from Import-substituting technologies and equipment for deep complex processing of agricultural raw materials: *I Vserossiiskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem*. (PP. 422–426), Tambov, Tambovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2019. EDN QWLDWA (in Russ.).
6. Lilishentseva A. N., Melnik Yu. A. Development of recipe compositions of protein bars. *Vestnik Sibirskogo universiteta potrebitel'skoi kooperatsii*, 2020;1(31):51–54. EDN EBRLFL (in Russ.).
7. Nekrasova S. O., Safaryan D. S. Development of a recipe and technology for functional cereal bars using applesauce. Proceedings from Agrarian science for agriculture: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem*. (PP. 422–424), Maykop, Izdatel'stvo "Magarin Oleg Grigor'evich", 2021. EDN GQQBFU (in Russ.).
8. Nekrasova Yu. O., Mezenova O. Ya. Snack bars for sports nutrition: marketing research and technology. *Vestnik molodezhnoi nauki*, 2020;3(25):8. doi: 10.46845/2541-8254-2020-3(25)-8-8. EDN ULYWZF (in Russ.).
9. Nilova L. P., Korableva V. I. Influence of structure-forming agents on the formation of a binding syrup for cereal bars. Proceedings from Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya i uchebno-metodicheskaya konferentsiya*. (PP. 616–620), Saint-Petersburg, POLITEKh-PRESS, 2021. EDN HNYQES (in Russ.).
10. Ermolaeva A. V., Matveeva T. V. Justification of the selection of regional raw materials with an increased content of valuable macro- and micronutrients for the production of snacks. Proceedings from Scientific and economic potential for society development: theory and practice: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 296–302), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2023. EDN PSJSLS (in Russ.).
11. Ermolaeva A. V., Gartovannaya E. A., Matveeva T. V., Golub V. L. Natural potential of the Far East and prospects for the use of berry raw materials in the food industry. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2023;12(161):581–584. doi: 10.34925/EIP.2023.161.12.114. EDN SEYMWR (in Russ.).
12. Ermolaeva A. V., Matveeva T. V. Influence of non-traditional plant materials on the nutritional value of a fortified snack product. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and development prospects: *Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 185–190), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025. doi: 10.22450/978-5-9642-0602-6-185-190. EDN ZAWIII (in Russ.).
13. Ermolaeva A. V., Matveeva T. V. Development of a recipe composition of functional snacks from plant raw materials. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and development prospects: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 102–106), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024. doi: 10.22450/978-5-9642-0637-8-102-106. EDN XTTLKF (in Russ.).
14. Borodai V. A., Galenko E. V., Degteva L. V. *Economics of the enterprise (organization): textbook*, Nizhny Novgorod, Professional'naya nauka, 2018, 500 p. (in Russ.).

© Ермолаева А. В., Матвеева Т. В., 2026

Статья поступила в редакцию 02.05.2026; одобрена после рецензирования 05.06.2026; принята к публикации 08.06.2026.

The article was submitted 02.05.2026; approved after reviewing 05.06.2026; accepted for publication 08.06.2026.

Информация об авторах

Ермолаева Анна Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ermolaeva3919679@mail.ru;

Матвеева Татьяна Владимировна, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, tanya24_99@mail.ru

Information about the authors

Anna V. Ermolaeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ermolaeva3919679@mail.ru;

Tatyana V. Matveeva, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, tanya24_99@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 631.362

EDN XUGJBX

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-88-97>

Разделение зерносмеси гречихи и сои

**Василий Александрович Марьин¹, Александр Леонидович Верещагин²,
Андрей Александрович Иванов³**

^{1,3} ООО «Алтай», Алтайский край, Бийск, Россия

² Бийский технологический институт – филиал Алтайского государственного
технического университета, Алтайский край, Бийск, Россия

¹ tehbiysk@mail.ru, ² val@bti.secna.ru, ³ newandron@mail.ru

Аннотация. Описана технологическая схема разделения партии смеси зерна гречихи и сои. На основании проведенного анализа геометрических размеров зерна гречихи, сои и примесей осуществлен подбор формы и размера отверстий сит. Сформированы признаки делимости и разработана технологическая схема для разделения зерна гречихи и сои. Технологическая схема включает два этапа: очистку от сорной примеси и разделение зерновой смеси. Испытания проводились на отечественном оборудовании, для чего использовалось существующее зерноочистительное оборудование перерабатывающего предприятия. Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод, что разделение смеси зерна сои и гречихи целесообразно и экономически оправдано. Экономический эффект разделения партии зерносмеси массой 50 тонн составил 541 360 руб.

Ключевые слова: гречиха, соя, сорные и зерновые примеси, зерновая смесь, разделение зерна, очистка зерна, технологическая линия

Для цитирования: Марьин В. А., Верещагин А. Л., Иванов А. А. Разделение зерносмеси гречихи и сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 88–97. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-88-97>.

Original article

Separation of grain mixtures of buckwheat and soybeans

Vasily A. Maryin¹, Alexander L. Vereshchagin², Andrey A. Ivanov³

^{1,3} LLC "Altai", Altai krai, Biysk, Russian Federation

² Biysk Technological Institute – branch of the Altay State Technical University
Altai krai, Biysk, Russian Federation

¹ tehbiysk@mail.ru, ² val@bti.secna.ru, ³ newandron@mail.ru

Abstract. The technological scheme of separation of a batch of a mixture of buckwheat and soy grains is presented. The analysis of the geometric dimensions of buckwheat, soybeans, and grain impurities allowed us to select the shapes and sizes of the sieve openings. The signs of divisibility have been established and a technological scheme for separating buckwheat and soy grains has been developed. It includes purification from weeds and separation of the grain mixture. The tests were carried out on domestic grain cleaning equipment. The obtained research results allow us to conclude that the separation of a mixture of soybeans and buckwheat is economically feasible. The effect of separating a batch of grain mixtures weighing 50 tons was 541,360 rubles.

Keywords: buckwheat, soybeans, weeds and grain impurities, grain mixture, grain separation, grain purification, processing line

For citation: Maryin V. A., Vereshchagin A. L., Ivanov A. A. Separation of grain mixtures of buckwheat and soybeans. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:88–97. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-88-97>.

Введение. Поступающая на предприятие зерновая масса по своему составу неоднородна, так как помимо основной культуры в ней содержатся сорные и зерновые примеси. Они снижают продовольственное достоинство и технологические качества зерна [1, 2]. Присутствие большого количества примесей вызывает необходимость многоступенчатой очистки зерна, что приводит к удорожанию стоимости переработки и не всегда экономически целесообразно [3, 4]. Примеси в зерновой массе усложняют хранение и переработку зерна, ухудшают качество, снижают выход готовой продукции.

Качество зерна и продуктов его переработки нормируется стандартами, которые определяют, что у данной культуры считается основным зерном, сорной и зерновой примесями [5]. Различают следующие состояния зерна гречихи по содержанию сорной примеси (табл. 1).

Очистку зерна до требований, установленных для крупяной промышленности, проводят в процессе хранения или при подготовке зерна к переработке, так как наличие посторонних примесей является одним из важнейших показателей, определяющих технологические свойства и качество зерна [6, 7].

При переработке зерна экономическая эффективность складывается из таких показателей как качество, себестоимость, закупочная цена зерна и цена реализации готовой продукции. Нередко на рынке присутствуют партии зерна гречихи с содержанием зерновой примеси, зерна другой культуры, снижающие ее продовольственную ценность. Такое зерно при-

годно для переработки после выделения указанных примесей, что позволяет рационально и эффективно использовать его для получения готового продукта. Однако сложности при очистке приводят к тому, что такие партии, как правило, используют на кормовые или технические цели [8].

Переработка партий зерна в крупную ядрицу осуществляется в соответствии Правилами организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях, согласно которым зерно должно отвечать требованиям нормативно-технической документации. Поэтому перед переработкой сорную и зерновую примесь необходимо полностью или частично удалить из партии [9].

Для решения указанных задач и снижения затрат на переработку сорного зерна с целью повышения качества выработанной продукции необходимо совершенствовать и разрабатывать поточные очистительные технологии непосредственно в цехах переработки зерна [10, 11].

В настоящее время существует недостаточно информации об использовании такого рода технологических процессов. Поэтому данные исследования представляются актуальными и имеют практическую значимость.

Целью работы явилась разработка технологии разделения смеси гречихи и сои и установление ее экономической целесообразности.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований использовали смесь зерна гречихи и сои, выращенной в предгорной части Алтайского края в условиях 2024 года.

Таблица 1 – Состояния зерна гречихи по сорной и зерновой примеси
Table 1 – States of buckwheat grain according weed and grain admixture

В процентах (in percent)

Показатели	Чистое	Средней чистоты	Сорное	Зерносмеси
Сорная примесь	не более 1,0	1,1–3,0	более 3,1	–
Зерновая примесь	не более 2,0	2,1–4,0	более 3,1	более 10,0

В последние годы все более широкое распространение получили смешанные посевы зерновых культур. Интерес к смешанным посевам связан с возможностью сбора с единицы площади большего урожая, чем при возделывании тех же культур в чистых посевах, а также получения продукции, сбалансированной по потребительским качествам с сохранением плодородия почвы.

Собственником зерна было принято решение разделить указанную зерносмесь и реализовать каждую культуру отдельно. При разделении зерна одним из основных требований являлась возможность до-

биться полного разделения двух культур с возможностью реализации каждой из них как монокультуры.

Оценку эффективности работы технологической линии оценивали по чистоте разделенных зерновых культур. Фактические показатели качества зерновой смеси гречихи и сои представлены в таблице 2 и на рисунке 1.

Как следует из представленных данных, в зерновой смеси содержится 48,2 % гречихи и 45,6 % целой и битой сои. Таким образом, до половины зерна сои является битым, что значительно осложняет разделение данных культур.

Таблица 2 – Фактические показатели качества зерновой смеси гречихи и сои и нормативные требования по качеству зерна гречихи и зерна сои

Table 2 – Actual quality indicators of a grain mixture of buckwheat and soybeans and regulatory requirements for the quality of buckwheat and soybean grains

Показатели	Фактические	Требования государственных стандартов	
		гречиха	соя
Влажность, не более %	14,0	14,5	12,0
Сорная примесь, не более %	6,2	2,0	2,0
Масличная примесь, % в том числе битая	23,5 17,5	– –	6,0 –
Зерновая примесь, не более %	–	2,0	–
Зерно гречихи, %	48,2	–	–
Зерно сои, %	22,1	–	–
Зараженность вредителями	не обнаружено	не допускается	не допускается



Рисунок 1 – Фактическое качество зерновой смеси зерна гречихи и сои
Figure 1 – The actual quality of the grain mixture of buckwheat and soybeans

При подготовке проведения эксперимента были разработаны общая технологическая схема и методология проведения экспериментальной работы.

Испытания проводились в производственных условиях. Образцы для исследований были отобраны в местах отбора проб. Отбор и формирование партий зерна для исследования проводили согласно требованиям ГОСТ 13586.3–2015 «Зерно. Правила приемки и методы отбора проб».

Достоверность полученных результатов подтверждена разделением 50 тонн зерновой смеси гречихи и сои. Для выполнения работы использовали стандартные методы оценки качества. В экспериментальной части приведены средние значения показателей.

Результаты исследований. Проведенный анализ используемой для исследования зерновой смеси гречихи и сои показал присутствие 10 видов примесей, в частности битой сои, органической примеси, плоских зерен гречихи, склеротинии, льна, морозобойной сои, битой и обрубленной гречихи и др.

Выполненный лабораторный анализ геометрических размеров зерна гречихи, сои и примесей позволил подобрать форму и размер отверстия сит для разделения указанных компонентов зерновой примеси. Это позволило сформировать признаки делимости зерновой массы и способы ее разделения.

В действующей зерноочистительной технологии предприятия был использован способ очистки и разделения зерносмеси

по форме, толщине, длине и цвету. Для этого применялись: сепаратор предварительной очистки, сепаратор для выделения примесей, камнеотборник, триер. Для разделения зерносмеси были задействованы два сепаратора зерна и фотосепаратор.

Сравнительный анализ размеров зерна гречихи и зерна сои представлен в таблице 3. Как следует из представленных данных, зерно сои и гречихи близки по геометрическим размерам.

В этой связи разделение смеси гречихи и сои по традиционной схеме, где общепринятым является способ очистки зерна на основе аспирирования и просеивания, возможно только при условии значительных потерь зерна гречихи вместе с соей в отходы, что может приводить к неэффективности использования для переработки такого зерна в крупу. Поэтому для качественного разделения зерновых смесей требуется применение новых технических решений, основанных на включении рабочих органов с учетом различных признаков разделяемых компонентов.

При использовании современных технологий при доведении сорного зерна до требуемых кондиций необходимо максимально минимизировать затраты для получения наиболее высокой эффективности разделения. Используемые зерноочистительные машины должны обеспечивать оптимальную загрузку и требуемый уровень качества очистки зерна.

Принятые в настоящее время технологии (специальные машины), когда компоненты зерносмеси различаются между

Таблица 3 – Фактические показатели качества зерновой смеси гречихи и сои и нормативные требования по качеству зерна гречихи и зерна сои

Table 3 – Actual quality indicators of a grain mixture of buckwheat and soybeans and regulatory requirements for the quality of buckwheat and soybean grains

Показатели	Фактические	Требования государственных стандартов	
		гречиха	соя
Влажность, не более %	14,0	14,5	12,0
Сорная примесь, не более %	6,2	2,0	2,0
Масличная примесь, % в том числе битая	23,5 17,5	— —	6,0 —
Зерновая примесь, не более %	—	2,0	—
Зерно гречихи, %	48,2	—	—
Зерно сои, %	22,1	—	—
Зараженность вредителями	не обнаружено	не допускается	не допускается

собой по какому-либо признаку разделения, условно можно разделить на несколько групп:

1. По геометрическим размерам.
2. По аэродинамическим свойствам.
3. По плотности.
4. По состоянию и форме поверхности.
5. По цвету.

При возникновении требований, когда для разделения зерновой примеси требуется использовать несколько различных признаков делимости, зерновая смесь пропускается через несколько последовательно установленных специальных машин различного воздействия. Примеси поэтапно выделяются на каждом рабочем органе, а очищенное зерно основной культуры получают на выходе технологической линии.

Практически все представленные машины имеют низкую производительность и ориентированы на выделение узкого спектра засорителей, поэтому имеют длительную окупаемость и не получили широкого распространения не только при переработке зерна, но даже при подготовке семенного материала. Связано это также с тем, что даже отдельные примеси могут различаться как геометрическими размерами, так и по цвету [12, 13].

Таким образом, для решения указанных проблем необходима модернизация существующих технологических линий зерноочистки крупных предприятий для использования зерна, не соответствующего требованиям нормативно-технической документации при выработке крупы ядрицы высших сортов.

В отдельных случаях в соответствии с правилами [9], для переработки таких партий использованы технологические методы, включающие:

- 1) объединение схожих партий зерна по засоренности с последующей подработкой, несмотря на потери доброкачественного зерна в отходы;
- 2) снижение массовой доли зерновой и сорной примесей путем подсортировки сорного зерна к зерну, соответствующему нормативным требованиям.

Полученные результаты при использовании данных методов позволяют утверждать о значительных потерях основного

зерна в отходы и увеличении массовой доли зерносмесей, что делает их применение неэффективным.

Способ очистки зерна гречихи с высоким содержанием сорной и зерновой примеси по предложенной технологии показан на рисунке 2. Указанная схема является усовершенствованной.

Работу предложенной схемы разделения смеси гречихи и сои можно разделить на два этапа: очистка от сорной примеси и процесс разделения зерна.

Предложенная схема работает следующим образом. Первый этап включает проход через стандартную зерноочистку предприятия и позволяет добиться очистки зерносмеси от сорной примеси:

- на предварительной очистке удаляются крупные примеси, в том числе части растений и мелкая легкая примесь, пыль, органическая примесь, рудяк;

- на сепараторе отделяются сходом с верхнего сита крупные примеси, оставшиеся после предварительной очистки, и проходом нижнего сита лен, карлык, склеротиния, плоские зерна, битая и обрушенная гречиха, мелкие зерна битой сои;

- на камнеотборнике отбираются минеральные примеси;

- на триере отделяются удлиненные примеси палочки и склеротинии;

- разделенные на первом и втором сепараторах сходом с треугольных сит целые и крупные дробленые зерна сои направляются в накопительный бункер;

- осуществляется проход сит гречихи и колотой сои на фотосепаратор.

На следующем этапе, используя геометрические и цветовые различия, происходит разделение зерносмеси на сою и гречиху.

Результаты разделения зерновой смеси по предложенной технологии представлены на рисунках 3 и 4.

В таблице 4 приведены полученные показатели зерна сои гречихи после проведения разделения зерносмеси.

Экономическая эффективность производственных испытаний при работе с зерносмесью гречихи и сои представлена в таблице 5. Таким образом, применение предлагаемой технологии обеспечит получение экономического эффекта при

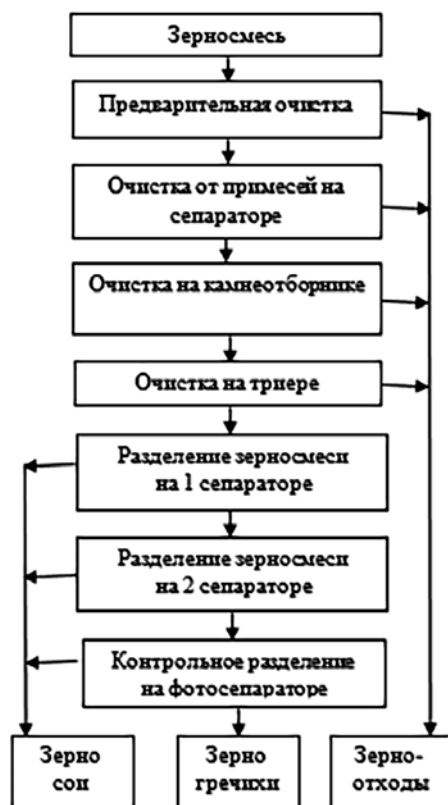


Рисунок 2 – Предложенная зерноочистительная схема разделения гречихи и сои

Figure 2 – The proposed grain purification scheme for the separation of buckwheat and soybeans



а)



б)

Рисунок 3 – Зерно сои а) и гречихи б) после разделения зерновой смеси (внизу) и примеси, выделенные из зерна (вверху)

Figure 3 – Soybean grain a) and buckwheat b) after separation of the grain mixture (bottom) and impurities separated from the grain (top)



Рисунок 4 – Зерноотходы и их структура после разделения зерна сои и гречихи

Figure 4 – Grain waste and its structure after separation of soybean and buckwheat grains

Таблица 4 – Фактические показатели качества зерновой смеси гречихи и сои и нормативные требования по качеству зерна гречихи и зерна сои

Table 4 – Actual quality indicators of the grain mixture of buckwheat and soybeans and regulatory requirements for the quality of buckwheat and soybean grains

Показатели	Гречиха		Соя	
	требования стандарта	фактическое качество после разделения	требования стандарта	фактическое качество после разделения
Влажность, не более %	14,5	12,2	12,0	12,0
Сорная примесь, не более %	2,0	0,8	2,0	2,0
Зерновая примесь, не более %	2,0	0,6	—	—
Масличная примесь, не более %	—	—	6,0	21,5
в том числе битая соя, %	—	—	—	17,5
Зерно гречихи, %	—	0,2	—	1,5
Зерно сои, %	—	—	—	—
Зараженность вредителями	не допускается	не обнаружено	не допускается	не обнаружено

Таблица 5 – Расчет экономической эффективности при реализации зерносмеси (соя с гречихи) и отдельных культур

Table 5 – Calculation of economic efficiency in the sale of grain mixtures (soybeans from buckwheat) and individual crops

Показатели	Вариант 1 (смесь зерна сои и гречихи)	Вариант 2 (разделенная смесь на гречиху и сою)
Цена одной тонны зерносмеси, руб.	10 000	10 000
Цена одной тонны зерна сои, руб.	30 000	30 000
Цена одной тонны зерна гречихи, руб.	14 000	14 000

Продолжение таблицы 5

Показатели	Вариант 1 (смесь зерна сои и гречихи)	Вариант 2 (разделенная смесь на гречиху и сою)
Доля зерна гречихи в зерносмеси, %	48,2	50,0
Доля зерна сои в зерносмеси, %	45,6	46,0
Доля сорной примеси, %	6,2	4,0
Количество зерносмеси, тонн	50,0	—
Количество гречихи, тонн	—	25,0
Количество сои, тонн	—	23,0
Количество сорной примеси, тонн	—	2,0
Балансовая стоимость оборудования, руб.	—	10 000 000
Срок полезного использования оборудования, лет	—	10
Время подработки, дней	—	1
Стоимость 1 кВт·час электроэнергии, руб.	—	8
Расход электроэнергии, кВт·час	—	100
Затраты на электроэнергию, руб.	—	800
Затраты на оплату труда, руб.	—	6 000
Амортизационные отчисления, руб.	—	2 740
Итого текущих затрат на подработку, руб.	—	9 540
Выручка от реализации зерносмеси, руб.	500 000	—
Выручка от реализации гречихи, руб.	—	350 000
Выручка от реализации сои, руб.	—	690 000
Выручка от реализации зерновых отходов, руб.	—	10 900
Экономический эффект, руб.	500 000	1 041 360

разделении объема зерносмеси 50 тонн на сумму 541 360 руб. Окупаемость используемого оборудования достижима за период его работы в течение одного сезона. Экономический эффект может быть увеличен по мере изменения стоимости обеих культур или увеличения доли более дорогого зерна, составляющего зерносмесь.

Заключение. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод, что разделение смеси зерна сои и гречихи целесообразно при наличии необходимого оборудования.

При этом экономический эффект разделения зерносмеси массой 50 тонн составил 541 360 руб.

Список источников

1. Технология производства, хранения, переработки продукции растениеводства и основы земледелия / под ред. А. С. Максимова. М. : КолосС, 2007. 580 с. EDN QNGXGP.
2. Задков А. П. Организация послеуборочной обработки и хранения в системе эффективного функционирования зернового хозяйства // АПК: экономика, управление. 2022. № 11. С. 61–68. doi: 10.33305/2211-61. EDN ZYRRKU.
3. Гурьева К. Б., Белецкий С. Л. Характеристика примесей зерна и их влияние на сохранность зерновых масс // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. 2022. № 17. С. 43–62. EDN VXDKIV.
4. Рзаев Б. Т., Дильмаганбетов Ш. Н., Бекбаев К. С. Изучение процесса очистки зерна на ТОО «Макинский элеватор» // Проблемы науки. 2017. № 11 (24). С. 8–10. EDN ZXPBQT.
5. Трисвятский Л. А., Лесик Б. В., Курдина В. Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов. М. : Агропромиздат, 1991. 415 с.

6. Карташов А. Е. Технологии и технические средства для очистки и сортирования семян сои // Студенческие исследования – производству : материалы 30-й студен. науч. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. С. 152–157. EDN MXFPUH.
7. Ерошенко Л. А., Данилов В. П., Мустафаева Н. Б., Кузнецова Н. А., Шалабаев Б. А., Валиев Д. А. Продуктивность и качество зерна моно- и поликомпонентных смесей зернофуражных культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 3 (256). С. 36–41. EDN ZBIYUL.
8. Кашеваров Н. И., Бакшаев Д. Ю., Садохина Т. А. Влияние зональных условий возделывания на урожайность и качество зерна фуражных культур в одновидовых и смешанных посевах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. № 6. С. 39–45. EDN VFZVIJ.
9. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях. М. : Зернопродукт, 1990. 81 с.
10. Завражнов А. И., Тишанинов К. Н. Совершенствование технологии подработки зерна // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 3. С. 29–32. EDN MUSBVH.
11. Бурков А. И., Глушков А. Л., Лазыкин В. А. Разработка зерноочистительных машин, функционирующих по фракционной технологии // Пермский аграрный вестник. 2018. № 3 (23). С. 12–19. EDN SKDEOL.
12. Марьин В. А., Верещагин А. Л. Очистка зерна гречихи от дикой редьки // Хлебопродукты. 2025. № 8. С. 49–53. doi: 10.32462/0235-2508-2025-34-8-49-53. EDN QIHSML.
13. Марьин В. А., Верещагин А. Л., Иванов А. А. Экономическая эффективность использования пофракционной очистки гречихи для удаления карлика // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности : материалы XVIII всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Бийск : Алтайский государственный технический университет, 2025. С. 307–312. EDN CXAHNX.

References

1. Maksimov A. S. (Eds.). *Technology of production, storage, and processing of crop production and the basics of agriculture*, Moscow, KolosS, 2007, 580 p. EDN QNGXGP (in Russ.).
2. Zadkov A. P. Organization of post-harvest processing and storage in the system of efficient functioning of grain farming. *APK: ekonomika, upravlenie*, 2022;11:61–68. doi: 10.33305/2211-61. EDN ZYRRKU (in Russ.).
3. Guryeva K. B., Beletsky S. L. Characteristics of grain impurities and their effect on the safety of grain masses. *Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i khraneniya material'nykh tsennostei dlya gosudarstvennykh nuzhd*, 2022;17:43–62. EDN VXDKIV (in Russ.).
4. Rzaev B. T., Dilmaganbetov Sh. N., Bekbaev K. S. Studying the grain purification process at Makinsky Elevator LLP. *Problemy nauki*, 2017;11(24):8–10. EDN ZXPBQT (in Russ.).
5. Trisvyatskiy L. A., Lesik B. V., Kurdina V. N. *Storage and technology of agricultural products*, Moscow, Agropromizdat, 1991, 415 p. (in Russ.).
6. Kartashov A. E. Technologies and technical means for cleaning and sorting soybean seeds. *Proceedings from Student Research – Production: 30-ya Studencheskaya nauchnaya konferentsiya*. (PP. 152–157), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2022. EDN MXFPUH (in Russ.).
7. Eroshenko L. A., Danilov V. P., Mustafaeva N. B., Kuznetsova N. A., Shalabaev B. A., Valiev D. A. Productivity and grain quality of mono- and polycomponent mixtures of grain crops. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2017;47;3(256):36–41. EDN ZBIYUL (in Russ.).
8. Kashevarov N. I., Bakshaev D. Yu., Sadokhina T. A. The influence of zonal cultivation conditions on the yield and grain quality of forage crops in single-species and mixed crops. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2015;6:39–45. EDN VFZVIJ (in Russ.).
9. *Rules for the organization and management of the technological process at cereal enterprises*, Moscow, Zernoprodukt, 1990, 81 p. (in Russ.).

10. Zavrazhnov A. I., Tishaniniov K. N. Improvement of grain processing technology. *Sel'skokhozyaistvennyye mashiny i tekhnologii*, 2010;3:29–32. EDN MUSBVH (in Russ.).
11. Burkov A. I., Glushkov A. L., Lazykin V. A. Development of grain cleaning machines using fractional technology. *Permskii agrarnyi vestnik*, 2018;3(23):12–19. EDN SKDEOL (in Russ.).
12. Maryin V. A., Vereshchagin A. L. Cleaning buckwheat grain from wild radish. *Khleboprodukty*, 2025;8:49–53. doi: 10.32462/0235-2508-2025-34-8-49-53. EDN QIIHSM (in Russ.).
13. Maryin V. A., Vereshchagin A. L., Ivanov A. A. Economic efficiency of using fractional cleaning of buckwheat to remove *Fagopyrum tataricum*. Proceedings from Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries: *XVIII Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem*. (PP. 307–312), Biysk, Altaiskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2025. EDN CXAHNX (in Russ.).

© Марьин В. А., Верещагин А. Л., Иванов А. А., 2026

Статья поступила в редакцию 16.01.2026; одобрена после рецензирования 09.04.2026; принята к публикации 14.05.2026.

The article was submitted 16.01.2026; approved after reviewing 09.04.2026; accepted for publication 14.05.2026.

Информация об авторах

Марьин Василий Александрович, кандидат технических наук, ООО «Алтай»,
Author ID: 661889, tehbiysk@mail.ru;

Верещагин Александр Леонидович, доктор химических наук, профессор, Бийский технологический институт – филиал Алтайского государственного технического университета, Author ID: 131744, val@bti.secna.ru;

Иванов Андрей Александрович, аспирант, ООО «Алтай», newandron@mail.ru

Information about the authors

Vasily A. Maryin, Candidate of Technical Sciences, LLC "Altai", Author ID: 661889, tehbiysk@mail.ru;

Alexander L. Vereshchagin, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Biysk Technological Institute – branch of the Altay State Technical University, Author ID: 131744, val@bti.secna.ru;

Andrey A. Ivanov, Postgraduate Student, LLC "Altai", newandron@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Научная статья

УДК 631.223.2:628.512(571.56)

EDN ZTERHN

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-98-108>

**Анализ влияния вредных газов на продуктивность
крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия)**

Анатолий Олегович Нератов¹, Варвара Петровна Друзьянова²

¹ Арктический государственный агротехнологический университет
Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия

² Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова
Республика Саха (Якутия), Якутск, Россия

¹ ao_n@list.ru, ² druzvar@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты натурных исследований микроклимата скотопомещений в условиях Республики Саха (Якутия) в зимний стойловый период 2025–2026 гг. Целью исследований явилась оценка влияния качества воздушной среды на продуктивность молодняка крупного рогатого скота. Методология включала инструментальный замер концентраций вредных газов (CO_2 , C_3H_8 , H_2CO , CO , NO_2 , SO_2). Для оценки эффективности естественной вентиляции рассчитаны значения удельного воздухообмена и введен показатель суммарного индекса превышения предельно допустимых концентраций, учитывающий видовую токсичность газов. Установлено, что воздухообмен в помещении составлял лишь 5,24 м³/час на голову (21 % от нормы для телят), что привело к многократному превышению предельных концентраций. Значительные превышения зафиксированы по пропану (в 37,5 раза в декабре) и углекислому газу (в 9,7 раза). Разработанный суммарный индекс превышения предельно допустимых концентраций позволяет раскрыть значительную обратную корреляцию с величиной среднемесячного прироста живой массы телят. В период с критическим уровнем индекса прирост массы животных практически отсутствовал. Таким образом, загрязнение воздушной среды является ключевым лимитирующим фактором продуктивности. Для решения проблемы предложен комплекс мер: замена естественной вентиляции на принудительную с подогревом приточного воздуха, устранение источников поступления пропана и внедрение системы мониторинга микроклимата.

Ключевые слова: микроклимат, молодняк крупного рогатого скота, продуктивность, вредные газы, суммарный индекс превышения предельно допустимых концентраций, вентиляция, Республика Саха (Якутия)

Для цитирования: Нератов А. О., Друзьянова В. П. Анализ влияния вредных газов на продуктивность крупного рогатого скота в условиях Республики Саха (Якутия) // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 98–108. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-98-108>.

Original article

**Analysis of the effect of harmful gases
on cattle productivity in the Republic of Sakha (Yakutia)**

Anatoliy O. Neratov¹, Varvara P. Druzyanova²

¹ Arctic State Agrotechnological University
Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation

² North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov
Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russian Federation

¹ ao_n@list.ru, ² druzvar@mail.ru

Abstract. The results of studies of the microclimate of cattle breeding in the Republic of Sakha (Yakutia) in the winter period of 2025–2026 are presented. The purpose of the research was to assess the impact of air quality on the productivity of young cattle. To assess the effectiveness of natural ventilation, the values of specific air exchange were calculated, and an indicator of the total index of exceeding the maximum permissible concentrations was introduced, taking into account the specific toxicity of gases. It was found that the indoor air exchange was 5.24 m³/hour per head (21% of the norm for calves), which led to a multiple excess of the maximum concentrations. Significant exceedances were recorded for propane (37.5 times in December) and carbon dioxide (9.7 times). The total index of excess of the maximum permissible concentrations demonstrated a significant inverse correlation with the value of the average monthly increase in live weight of calves. Thus, air pollution is a key limiting factor of productivity. To solve the problem, it is proposed to replace natural ventilation with forced ventilation with heated supply air; eliminate sources of propane intake and introduce a microclimate monitoring system.

Keywords: microclimate, young cattle, productivity, harmful gases, total index of excess of maximum permissible concentrations, ventilation, Republic of Sakha (Yakutia)

For citation: Neratov A. O., Druzyanova V. P. Analysis of the effect of harmful gases on cattle productivity in the Republic of Sakha (Yakutia). *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:98–108. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-98-108>.

Введение. Натурные исследования проводились с октября 2025 г. по январь 2026 г. на ферме, расположенной в с. Октемцы Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия). Объектом изучения стало состояние микроклимата в помещении для содержания молодняка крупного рогатого скота, рожденного в апреле 2025 г.

Актуальность исследования обусловлена следующими факторами. Во-первых, на 1 сентября 2025 г. по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года в регионе поголовье крупного рогатого скота уменьшилось на 3,6 %, а производство скота и птицы на убой снизилось на 17 % (до 3 259,7 тонн). Согласно Указа Главы Республики Саха (Якутия), до 2030 г. необходимо увеличить объем выпуска мясной продукции до 8 000 тонн в год [1].

Во-вторых, в исследуемом хозяйстве наблюдается низкий прирост живой массы телят, что напрямую влияет на экономическую эффективность.

Суровые климатические условия Якутии предъявляют повышенные требования к системе содержания животных. В зимний стойловый период, когда скот длительно находится в закрытых помещениях, создание и поддержание оптимального микроклимата становится критически важным.

Целью работы явилось установление связи между качеством воздушной среды и продуктивностью животных.

Полученные данные должны составить научную основу для формирования управленческих решений по модернизации системы вентиляции, что позволит повысить рентабельность производства за счет роста выхода и качества животноводческой продукции.

Материалы и методы исследований. Замеры состояния воздушной среды осуществлялись переносным многокомпонентным газоанализатором «Сенсон-М». Данный прибор предназначен для непрерывного автоматического измерения концентрации горючих, токсичных газов и кислорода в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и технологических средах. Его главная функция – обеспечивать безопасность, предупреждая световой и звуковой сигнализацией о превышении установленных пороговых уровней концентрации газа, а также об опасном снижении содержания кислорода.

Производителем оборудования является АО «Научно-исследовательский институт информационных технологий» (АО «НИИИТ»), г. Москва. Прибор внесен в Государственный реестр средств измерений.

В работе также был использован термоанемометр «Testo 401» для измерения скорости потока воздуха в вентиляции.

Параллельно оценке качества воздуха ежемесячно проводились замеры обхвата груди телятам стандартной зоотехнической мерной лентой.

Животноводческая ферма имеет следующие размеры: длина – 30 м, ширина – 10 м, высота – 2,8 м. Она вмещает 60 голов крупного рогатого скота (6 дойных коров и 54 теленка).

Принятый способ кормления – сухое, по два рулона сена (200 кг) в день на все стадо. Водопотребление фермы составляет 12 м³ в неделю.

Продуктивность животных напрямую зависит от их физиологического состояния, которое, в свою очередь, обеспечивается несколькими ключевыми факторами: достаточным уровнем кормления и поения, а также содержанием их в установленных санитарных условиях помещений [2]. Данные факторы находят отражение в функции (1):

$$П = f(W_k; V_b; M_{пом}) \quad (1)$$

где W_k – количество и виды кормов, кг;

V_b – качество и объем воды, кг;

$M_{пом}$ – параметры микроклимата помещения.

Процессы кормления и поения – это базовые понятия, основывающиеся на зоотехнических стандартах и нормах [3], а параметры микроклимата помещения – величины, которые напрямую зависят от климатической зоны, своевременности

процесса уборки навоза ($F_{нав}$), скорости и подачи свежего потока воздуха ($F_{возд}$), освещенности ($F_{осв}$), температуры помещения ($T_{пом}$) и влажности среды ($H_{ср}$). Таким образом, функция параметров микроклимата принимает вид выражения (2):

$$M_{пом} = f(F_{нав}; F_{возд}; F_{осв}; T_{пом}; H_{ср}) \quad (2)$$

Представленные составляющие являются созависимыми. Так, несвоевременная уборка навоза ($F_{нав}$) приводит к росту влажности ($H_{ср}$) и повышению концентрации вредных газов, что требует увеличения скорости воздухообмена ($F_{возд}$) для поддержания оптимального уровня микроклимата ($M_{пом}$).

Таким образом, нами поставлена задача – исследовать параметры системы вентиляции на примере скотопомещения в с. Октемцы и обосновать корреляционную связь между условиями содержания и продуктивностью скота.

Общий вид скотопомещения представлен на рисунках 1 и 2. Телята и коровы содержатся в одном помещении, показанном на рисунке 3.

Норма потребления воды дойным коровам в сутки составляет 83 л в день. С учетом водопотребления фермы 12 м³ потребление воды телятами соответствует 22,5 л на голову, что недостаточно. Мо-



Рисунок 1 – Общий вид скотопомещения
Figure 1 – General view of cattle building



вид фермы сбоку (side view of the farm) затянутые пленкой окна (film-covered windows)

Рисунок 2 – Общее состояние наружных стен скотопомещения
Figure 2 – The general condition of the exterior walls of the cattle building



отсеки с животными и общий вид навозной ямы кормораздаточный стол
 animal compartments and a general view of the manure pit feed distribution table

Рисунок 3 – Общий вид внутреннего устройства скотопомещения
Figure 3 – General view of the internal structure of the cattle building

лодняк в возрасте от 6 до 12 мес. должен получать до 24 л воды при температуре в пределах 14–16 °C [2].

Таким образом, нами выявлены следующие нарушения нормативных требований содержания животных:

1) недостаточная площадь пола для одной головы крупного рогатого скота, составляющая 5 м² против 8 м² по норме;

2) норма потребления воды, как показано выше, также не отвечает нормативным требованиям к поению скота;

3) доза кормления составляет 6,66 кг на голову против рекомендуемых 25 кг.

Исследования систем воздухообмена и вентиляции, как и других параметров микроклимата, проанализированы нами при температуре помещения 13 °C.

Результаты исследований. Естественная вентиляция на данной ферме представлена четырьмя деревянными коробами размерами 0,12×0,2 м, обеспечивающими приток воздуха со скоростью потока 0,4 м/с, а также одной железной трубой диаметром 0,25 м со скоростью потока 1 м/с.

Существующая естественная вентиляция обеспечивает воздухообмен, соответствующий 5,24 м³/час на голову, что составляет лишь 21 % от зоотехнической нормы для телят и 3,5 % для взрослых животных (150 м³/час).

Следующим этапом исследований стало установление загазованности скотопомещения. При этом был применен газоанализатор «Сенсор-М» (рис. 4).

При первичном замере выявлено превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по различным газам. Уровень углекислого газа в помещении составил 0,413 % от объема, что превышает норму в 2 раза. Также был обнаружен формальдегид на уровне 0,188 мг/м³, тогда как ПДК по указанному веществу не должна превышать 0,01 мг/м³ средне-суточно и 0,05 мг/м³ разово. Уровень содержания пропана равен 3 788 мг/м³ при значении ПДК 300 мг/м³. Превышение этой концентрации однозначно создает опасную ситуацию. В совокупности все приведенные газы являются ядовитыми и оказывают негативное воздействие на физиологию животных.

Предельно допустимое содержание диоксида углерода в воздухе помещений для содержания телят до 3-месячного воз-

раста допустимо не более 0,20 % (объемных), для содержания телят от 3- до 6-месячного возраста, молодняка и взрослых животных – не более 0,25 % [3].

Для разработки методических подходов к оценке воздействия всего спектра обнаруженных газов на организм животных обратимся к исследованиям некоторых ученых.

Т. Т. Гридневой представлен размер эмиссии трех парниковых газов и аммиака по технологическим процессам для основных групп животных [4]. В этой же работе была дана оценка влияния системы кормления, удаления и хранения навоза на потери азота.

Е. А. Ястребова представила комплексный анализ микроклимата помещений для привязного и беспривязного содержания коров черно-пестрой породы. Ею установлено влияние параметров микроклимата на физиологическое состояние, морфологические и биохимические показатели крови коров, выявлено влияние микроклимата в определенных зонах и точках коровников на молочную продуктивность [5].

А. М. Башкировой и Н. Л. Лопаевой описан газовый состав и приведены методы снижения концентрации вредных газов в животноводческих помещениях. Так, для уменьшения количества сероводорода предложено применять сухую газопоглощающую подстилку из гигроскопичных материалов, исключать источники образования газа от мочи и навоза [6].

Проблеме влияния вредных газов на продуктивность сельскохозяйственных



Рисунок 4 – Показатели газоанализатора «Сенсор-М»
Figure 4 – Indicators of the Sensor-M gas analyzer

животных значительное внимание отводится в зарубежных исследованиях.

Исследование, проведенное в Канаде, охватило более 33 000 голов крупного рогатого скота в 205 стадах. Целью работы стала оценка связи между репродуктивным здоровьем и хроническим воздействием диоксида серы (SO_2), сероводорода (H_2S) и летучих органических соединений, источником которых являлись предприятия нефтегазовой отрасли. Данное исследование подтвердило принципиальную возможность использования показателя продуктивности мясного стада в качестве индикатора неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды, включая загрязнение воздуха [7].

Прямая корреляция между качеством воздушной среды и продуктивностью животных также была установлена в работах корейских исследователей, которыми опубликованы результаты применения воздухоочистителей в свиноводческих помещениях. Доказано, что снижение концентрации твердых частиц (TSP и $\text{PM}_{2.5}$) приводит к статистически значимому увеличению прироста живой массы и улучшению конверсии корма [8].

Аргентинские ученые задокументировали случай острого респираторного дистресса у дойных коров после скармливания новой партии кукурузного силоса. Хотя точный состав газов в воздухе фермы оперативно выявить не удалось, клиническая картина (тахипноэ, ортопноэ, кашель, беспокойство) полностью совпала с симптомами отравления газами, накапливающимися в процессе силосования. Это исследование подчеркивает, что даже краткосрочные пиковые выбросы биогазов могут оказывать немедленное и выраженное негативное воздействие на физиологическое состояние и, как следствие, продуктивность скота [9].

Известен метод мониторинга загрязнения воздуха, основанный на оценке индекса загрязнения атмосферы, по которому оценивают вред разных газов на здоровье человека. Спроецировав этот метод относительно животных, содержащихся в скотопомещении, на наш взгляд, можно выявить негативное влияние газов на их физиологию и продуктивность.

Для комплексной оценки воздействия всего спектра обнаруженных газов

на организм телят существующие официальные показатели оказались неприменимы. Так, стандартный индекс (СИ), используемый в системе мониторинга атмосферного воздуха, характеризует максимальное разовое превышение ПДК лишь по одной примеси и не позволяет учесть суммарный эффект. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) рассчитывается для открытой атмосферы по строгой степенной формуле и требует годового периода наблюдений, что не соответствует условиям замкнутого скотопомещения и задачам нашего исследования.

В этой связи нами был введен расчетный показатель – **суммарный индекс превышения ПДК (СИП)**. Данный индекс представляет коэффициент, который позволяет объединить все вредные газы в одну величину.

Линейная форма индекса выбрана для обеспечения наглядности и прямой интерпретируемости вклада каждого компонента в общее загрязнение.

Выразим суммарный индекс превышения ПДК в виде выражения (3):

$$\text{СИП} = \sum_{i=1}^n (C_i / \text{ПДК}_i) \cdot K_i \quad (3)$$

где C_i – фактическое значение содержания вредного газа в помещении;

ПДК_i – установленный ПДК по содержанию вредного газа;

K_i – весовой коэффициент, показывающий степень опасности i -того вредного газа по сравнению с диоксидом серы.

Исходя из скорости потока воздуха (V) в системе вентиляции и площади сечения выходов (S), рассчитаны показатели удельного воздухообмена, приходящегося на одну голову животных, по формуле (4):

$$Q_{\text{уд}} = V \cdot \frac{S}{n} \quad (4)$$

Исходные данные для расчета суммарного индекса превышения ПДК представлены в таблицах 1 и 2.

Значения соответствующего индекса и показателя удельного воздухообмена приведены в таблице 3. Для интерпрета-

Таблица 1 – Значения весовых коэффициентов

Table 1 – Values of weighting coefficients

Газ	Весовой коэффициент	Класс опасности
Угарный газ (CO)	0,9	4 (малоопасные)
Диоксид азота (NO ₂)	1,0	3 (умеренно опасные)
Формальдегид (H ₂ CO)	1,3	2 (высокоопасные)
Оксид серы (SO ₂)	1,0	3 (умеренно опасные)
Пропан (C ₃ H ₈)	0,9	4 (малоопасные)
Углекислый газ (CO ₂)	0,9	4 (малоопасные)

Таблица 2 – Превышения предельно допустимых концентраций вредных газов

Table 2 – Exceeding the maximum permissible concentrations of harmful gases

В количестве раз (the number of times)

Виды газов	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь
Углекислый газ	1,65	3,00	9,68	8,80
Угарный газ	0,06	0,04	0,23	0,14
Диоксид азота	0,25	0,17	0,03	0,14
Формальдегид	3,76	0,00	3,24	4,16
Оксид серы	0,01	0,00	0,02	0,02
Пропан	12,63	9,38	37,45	14,26

Таблица 3 – Динамика суммарного индекса превышения ПДК и удельного воздухообмена

Table 3 – Dynamics of the total index of MPC excess and specific air exchange

Месяц	СИП	Объем воздуха на одну голову, м ³ /час
Октябрь	18,06	5,2333500
Ноябрь	11,35	3,7740750
Декабрь	46,87	0,5622375
Январь	26,45	1,0303125

ции полученных значений и прогнозирования их влияния на продуктивность телят нами была разработана следующая эмпирическая шкала, основанная на корреляции расчетных данных с фактическими наблюдениями за приростом живой массы в исследуемый период (табл. 4).

Приняв за основу значения величин таблицы 4, имеем следующие данные:

октябрь – 18,06 (загрязненный уровень, приводящий к снижению прироста);

ноябрь – 11,35 (допустимый уровень, обеспечивающий низкий прирост);

декабрь – 46,87 (критический уровень; отсутствие прироста);

январь – 26,45 (опасный уровень; имеем минимальный прирост).

Для оценки динамики продуктивности подопытных телят в период с октября по январь ежемесячно проводилось измерение обхвата груди за лопатками с помощью стандартной зоотехнической мерной ленты. Рассчитанный таким образом среднемесячный прирост живой массы в дальнейшем сопоставлялся с величиной суммарного индекса превышения ПДК для выявления зависимости. Соответствующие результаты графически отображены на рисунке 5.

Анализ полученных данных показал четкую обратную зависимость: минимальному удельному воздухообмену в декабре (0,56 м³/час на голову) соответствовало максимальное значение СИП (46,87), что привело к приросту лишь на 0,91 кг. В но-

Таблица 4 – Оценочная шкала уровня загрязнения воздуха по значению суммарного индекса превышения ПДК и его прогнозируемое влияние на прирост телят

Table 4 – Estimated scale of the air pollution level by the total index of exceeding the maximum permissible concentration (MPC) and its predicted impact on calf growth

Уровень СИП	Оценка воздуха	Влияние на прирост телят
0–10	отличный	нормальный рост
10–20	допустимый	небольшое снижение прироста
20–30	загрязненный	заметное угнетение роста
30–40	опасный	нулевой прирост, угроза здоровью
более 45	критический	острое отравление, потеря веса

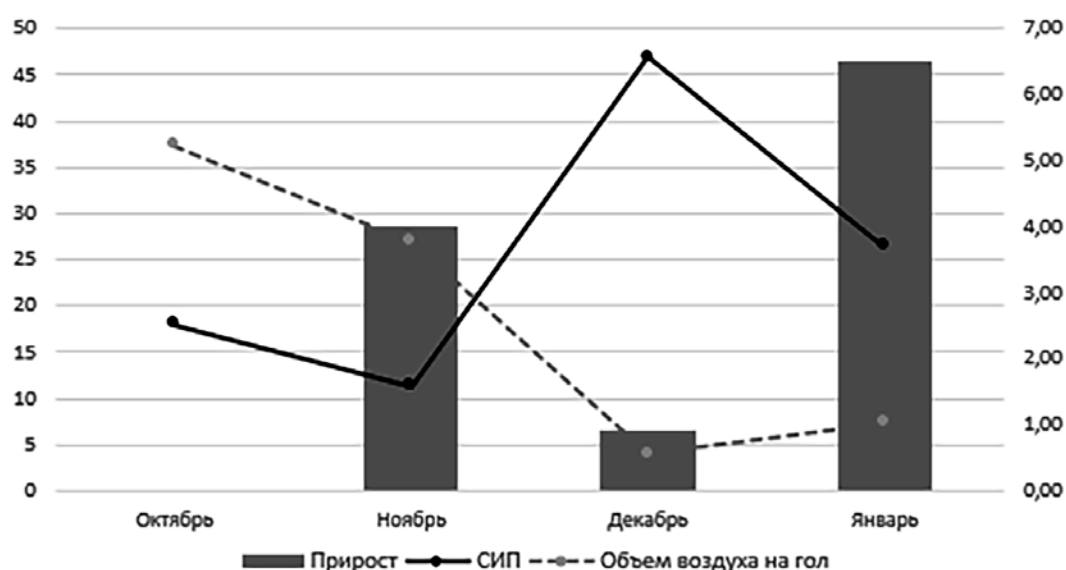


Рисунок 5 – Динамика среднееесячного прироста живой массы телят и удельного воздухообмена в зависимости от уровня загрязнения воздуха

Figure 5 – Dynamics of the average monthly increase in live weight of calves and specific air exchange depending on the level of air pollution

ябре при более высоком воздухообмене (3,77 м³/час на голову) СИП снизился до 11,35 и прирост телят составил 4 кг.

Следует отметить, что в январе уличная температура повысилась, и это напрямую способствовало улучшению параметров микроклимата. В декабре средняя температура составила минус 42,5 °С, тогда как в январе минус 35 °С.

На случай сильных холодов в помещении для скота предусмотрена дровяная печь, труба которой вмонтирована в один из вентиляционных выходов. Для исключения промерзания в декабре помещение отапливалось дровами, что также ухудшило состояние микроклимата фермы.

Таким образом, значение СИП обратно пропорционально значению удель-

ного воздухообмена в помещении и значению среднееесячного прироста.

Закключение. 1. Обнаружены критические недостатки в организации системы вентиляции. Имеющаяся естественная вентиляция обеспечивает воздухообмен в лучшем случае на уровне 5,24 м³/час на голову, что составляет около 21 % от зоотехнической нормы для телят. Это является ключевой причиной накопления вредных газов. В холодный период количество наружного воздуха, подаваемого в помещение, должно быть не менее зоогигиенического норматива – 15 м³/час на 1 ц живой массы взрослых животных и 18 м³/час на 1 ц живой массы телят. Исходя из этого, рекомендуемые скорость потока воздуха в существующих вентиляционных выходах

должна составлять 1,53 м/с для железной трубы диаметром 0,25 м и 3,12 м/с для деревянных коробов.

2. Доказана значительная и постоянная загрязненность воздушной среды: инструментальные замеры выявили устойчивое многократное превышение ПДК по ключевым вредным газам. Особенно критическая ситуация наблюдалась в декабре, когда концентрация углекислого газа превышала норму в 9,68 раза, а пропана – в 37,45 раза. Также обнаружен формальдегид в концентрациях, значительно превышающих нормативы.

3. Разработан и применен суммарный индекс превышения ПДК, который позволил количественно объединить влияние всех обнаруженных вредных газов с учетом их токсичности для крупного рогатого скота. Динамика данного индекса наглядно отразила ухудшение состояния воздушной среды в зимний период. Анализ данных показал, что в месяцы с «критическим» (декабрь, более 45) и «опасным» (январь, 26,45) значениями индекса наблюдался минимальный прирост живой массы телят. В период с «допустимым» и «загрязненным» уровнем (ноябрь, октябрь) ситуация была лучшей.

Критически сказались не только низкие температуры воздуха в декабре и январе, но и несвоевременность уборки навоза в помещении. Навоз убирается и вывозится только один раз за смену, в целях снижения попадания холодного воздуха внутрь помещения при открывании дверей. В этой связи скотопомещение

должно иметь дополнительный тамбур, огораживаемый от основного помещения закрывающимися воротами.

4. Использование дровяной печи, труба которой выведена в вентиляционный канал, не только снизило эффективность воздухообмена (из-за перекрытия сечения), но и стало дополнительным источником продуктов сгорания (углекислый газ), усугубив и без того критическую ситуацию в декабре.

5. Для постоянного мониторинга уровня загрязнения, температуры и влажности воздуха в скотопомещении рекомендуется установка газоанализатора или, как минимум, детектора углекислого газа и логгера температуры и влажности.

Таким образом, подтверждено, что низкие темпы прироста живой массы телят в исследуемом хозяйстве являются последствием неудовлетворительного микроклимата.

Ключевыми мерами для улучшения ситуации на данной ферме должны стать: реконструкция системы вентиляции в целях обеспечения нормируемого воздухообмена, а также внедрение системы постоянного мониторинга газового состава воздуха.

Реализация этих мероприятий позволит устранить выявленные факторы, что приведет к повышению сохранности поголовья, увеличению среднесуточных привесов, сокращению сроков откорма и, в конечном итоге, росту экономической эффективности животноводства в условиях Якутии.

Список источников

1. О развитии местного производства и туризма в Республике Саха (Якутия) : указ Главы Республики Саха (Якутия) от 28.03.2024 № 269 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/1400202404020023> (дата обращения: 07.02.2026).
2. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. М. : Росинформагротех, 2011. 109 с.
3. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм крупного рогатого скота крестьянских (фермерских) хозяйств. М., 2022. 129 с.
4. Гриднева Т. Т. Эмиссия вредных газов при производстве животноводческой продукции // Техника и технологии в животноводстве. 2012. № 4 (8). EDN PXHOCN.
5. Ястребова Е. А. Влияние параметров микроклимата на физиологическое состояние и молочную продуктивность коров : дисс. ... канд. с.-х. наук. Ижевск, 2013. 163 с.
6. Башкирова А. М., Лопашева Н. Л. Методы снижения вредных газов в животноводческих помещениях // Молодежь и наука. 2023. № 1. EDN CQJTVQ.

7. Waldner C. L. Western Canada study of animal health effects associated with exposure to emissions from oil and natural gas field facilities. Study design and data collection I. Herd performance records and management // Archives of Environmental & Occupational Health. 2008. Vol. 63. No. 4. P. 167–184. doi: 10.3200/AEOH.63.4.167-184.
8. Kim K. Y., Kim J. K. Association between indoor air pollutants and pig productivity index by on-site application of air cleaner // Journal of Animal Science and Technology. 2025. Vol. 67. Art. e00087. doi: 10.5187/jast.2025.e00087.
9. Sosa E., Ricci P., Di Leo C. Respiratory distress in Holstein cows fed corn silage: Case report // Revista Veterinaria. 2023. Vol. 34. No. 2. P. 126–129. doi: 10.30972/vet.3426789.

References

1. On the development of local production and tourism in the Republic of Sakha (Yakutia): Decree of the Head of the Republic of Sakha (Yakutia) No. 269 of March 28, 2024. *Publication.pravo.gov.ru* Retrieved from <http://publication.pravo.gov.ru/document/1400202404020023> (Accessed 07 February 2026) (in Russ.).
2. *Methodological recommendations for the technological design of cattle farms and complexes*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2011, 109 p. (in Russ.).
3. *Methodological recommendations for the technological design of cattle farms for peasant (farmer) enterprises*, Moscow, 2022, 129 p. (in Russ.).
4. Gridneva T. T. Emission of harmful gases in the production of livestock products. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve*, 2012;4(8). EDN PXHOCN (in Russ.).
5. Yastrebova E. A. Influence of microclimate parameters on the physiological state and milk productivity of cows. *Candidate's thesis*. Izhevsk, 2013, 163 p. (in Russ.).
6. Bashkirova A. M., Lopaeva N. L. Methods for reducing harmful gases in livestock buildings. *Molodezh' i nauka*, 2023;1. EDN CQJTVQ (in Russ.).
7. Waldner C. L. Western Canada study of animal health effects associated with exposure to emissions from oil and natural gas field facilities. Study design and data collection I. Herd performance records and management. Archives of Environmental & Occupational Health, 2008; 63;4:167–184. doi: 10.3200/AEOH.63.4.167-184.
8. Kim K. Y., Kim J. K. Association between indoor air pollutants and pig productivity index by on-site application of air cleaner. *Journal of Animal Science and Technology*, 2025;67:e00087. doi: 10.5187/jast.2025.e00087.
9. Sosa E., Ricci P., Di Leo C. Respiratory distress in Holstein cows fed corn silage: Case report. *Revista Veterinaria*, 2023;34;2:126–129. doi: 10.30972/vet.3426789.

© Нератов А. О., Друзьянова В. П., 2026

Статья поступила в редакцию 11.03.2026; одобрена после рецензирования 08.05.2026; принята к публикации 18.05.2026.

The article was submitted 11.03.2026; approved after reviewing 08.05.2026; accepted for publication 18.05.2026.

Информация об авторах

Нератов Анатолий Олегович, аспирант, Арктический государственный агро-технологический университет, aon@list.ru;

Друзьянова Варвара Петровна, доктор технических наук, профессор, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, druzvar@mail.ru

Information about the authors

Anatoliy O. Neratov, Postgraduate Student, Arctic State Agrotechnological University, ao_n@list.ru;

Varvara P. Druzyanova, Doctor of Technical Sciences, Professor, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, druzvar@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»

Представленные к публикации статьи должны содержать результаты неопубликованных законченных научных исследований, представлять научную новизну и иметь практическую значимость.

Редакция журнала принимает статьи по следующим научным специальностям:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки).
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки).
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки).
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки).
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственные науки).
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).
- 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

Авторы несут ответственность за соблюдение прав третьих лиц, достоверность сведений, используемых в материалах статьи и достоверность источников, указанных в работе.

Принимаются оригинальные научные статьи, неопубликованные ранее и не отправленные для публикации в другие издания. Проверка на оригинальность проводится в системе «Антиплагиат». Минимальный уровень оригинальности текста – 80 %. Самоцитирование, как и цитирование других авторов, должно быть обоснованным и соответствовать тематике, целям и задачам научной работы.

Допускается самоцитирование в объеме не более 10 %.

Объем научной статьи должен составлять не менее 25 000 знаков с пробелами, что приблизительно соответствует 15–16 страницам текста, набранного шрифтом размером 14 пт, полуторным междустрочным интервалом, включая текст таблиц и аннотацию (в подсчет не включается список источников и переведенный текст).

При подаче статьи авторы указывают: ФИО полностью, место работы, должность, ученое звание, степень, контактную информацию (телефон, e-mail, почтовый адрес для отправки печатной версии журнала).

Обязательно – Author ID (идентификатор автора в РИНЦ).

Желательно – ORCID (международный, открытый идентификатор исследователя и автора). Регистрация на сайте <https://orcid.org/>

Принимается рукопись статьи, имеющая не более 5 авторов.

Структура статьи должна быть разбита на логично взаимосвязанные разделы с использованием следующих подзаголовков: «Введение», «Материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Заключение», «Список источников». Во введении в обязательном порядке указывается цель исследования, в заключении приводятся выводы.

В аннотации указывают существо проведенных автором научных исследований, выполненные автором работы и полученные результаты. Аннотация должна показывать научную новизну и практическую значимость проведенного исследования. Структура аннотации аналогична структуре статьи. *Рекомендуемый объем аннотации – от 200 до 250 слов. При подготовке аннотации необходимо соблюдать следующие правила:*

1) аннотация излагается тезисно, простыми короткими предложениями; при этом начинать каждое предложение рекомендуется с глагола в прошедшем времени (исследовано..., проведен анализ..., доказано..., обосновано... и т. д.);

2) при изложении аннотации нужно использовать простые речевые обороты, не усложнять и не перегружать текст сложными конструкциями; не приводить примеры;

3) аннотация не должна содержать дополнительную интерпретацию или критические замечания автора статьи; в ней также не должно быть информации, которой нет в статье;

4) в аннотации не следует приводить мнения ученых по научной проблеме, делать их аналитический обзор, давать ссылки на использованные источники;

5) необходимо избегать употребления личных местоимений (нами выполнено, мы доказали, на наш взгляд, мы полагаем и т. д.); следует выражаться обезличено;

6) в аннотации не допускается дословное повторение формулировок научной статьи, простое копирование ее положений;

7) в аннотации запрещается разрывать текст на абзацы, а также использовать иллюстрации, таблицы, формулы и сноски.

Текст научной статьи должен быть тщательно вычитан и отредактирован. При этом в процессе редакционно-издательской обработки в текст могут вноситься изменения лингвостилистического характера, а также изменения в части соответствия представления текста требованиям государственных стандартов.

Текст научной статьи набирается в текстовом редакторе с использованием формата листа А4. Размеры полей листа: верхнее, нижнее и правое – по 20 мм; левое – 25 мм. Используется шрифт Times New Roman с кеглем 14 пт (в отношении таблиц, рисунков размер шрифта может понижаться, но не ниже, чем 10 пт; формул – не ниже, чем 12 пт). Принимается полуторный междустрочный интервал (при подготовке таблиц, рисунков, формул допускается одинарный интервал). **Автоматическая расстановка переносов не устанавливается.**

До основного текста статьи приводят на языке текста статьи, а затем повторяют на английском языке (кроме УДК) следующую информацию:

- код УДК;
- через одну строку: *название статьи* (строчными буквами (с первой прописной), полужирным начертанием шрифта, с выравниванием по центру, без абзацного отступа);
- через одну строку: *имя, отчество (при наличии) и фамилия автора (полностью)*;
- на следующей строке – *полное наименование организации*, являющейся местом работы (учебы) автора, с указанием региона, города и страны; адреса электронной почты автора;
- в случае нескольких авторов статьи информация повторяется для каждого автора в отдельности; при этом, если все авторы статьи работают (обучаются) в одной организации, место работы (учебы) каждого автора отдельно не указывается;
- через одну строку – *Аннотация*;
- на следующей строке – *Ключевые слова*. Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 5 и больше 10 слов (словосочетаний), отражающих предметную и терминологическую область статьи.

После ключевых слов – *Благодарности*, где приводят слова благодарности организациям, научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в проведении исследования, подготовке статьи, а также сведения о финансировании исследования, подготовки и публикации статьи.

При изложении текста статьи необходимо соблюдать правила:

1. В тексте статьи картинки и фотографии применяются только в случае необходимости, с учетом научной значимости изображения.
2. Рисунки, диаграммы, графики – не цветные. Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. В отдельных случаях, исходя из научной целесообразности, допускается включение цветного изображения.
3. Таблицы, формулы, диаграммы, блок-схемы приводить только в редактируемом формате. Не допускается вставка данных объектов в виде картинок, фотографий, сканированных изображений. Рекомендуется приложить к тексту статьи файлы, в которых содержатся соответствующие объекты, выполненные в программах *Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Visio*.
4. При размещении диаграммы следует подписывать оси, указывая соответствующие величины и их размерность; приводить легенду; а, по возможности, и подписи данных.
5. При создании математических формул допускается использовать «Редактор уравнений» *Microsoft Word*, либо специализированную программу *Math Type* не ниже седьмой версии. Не следует применять редактор формул *Microsoft Equation*.
6. В тексте допустимо использование только общепринятых сокращений, установленных правилами русского языка, и общеизвестных аббревиатур; в остальных случаях – автор обязательно должен давать расшифровку. Это же касается и обозначений, приводимых в формулах, блок-схемах.
7. Подписи к изображениям, рисункам, таблицам, графикам, диаграммам повторяются на английском языке.

При оформлении списка источников следует учитывать:

1. Список источников должен включать только те источники, которые были использованы при проведении исследования и подготовке статьи.
2. Список источников – не менее 10 и не более 20 источников, в том числе
 - не менее 50 % ссылок на публикации из периодических изданий – журналов за последние 5 лет;
 - не менее 30 % ссылок – на публикации из ядра РИНЦ;
 - допускается не более 10 % ссылок старше 10 лет; ссылки на такие источники должны быть логически обоснованы;
 - ссылки на материалы конференции – не более 3 лет после опубликования материалов;
 - в числе источников должно быть не менее 20 % зарубежных публикаций.

3. В список источников **не включаются** неопубликованные работы, учебники и учебные пособия, тезисы материалов конференций, сведения о положительных решениях и заявках на получение патентов на изобретения и полезные модели, диссертации. При необходимости сослаться на результаты диссертационного исследования – в списке приводятся журнальные статьи, опубликованные по результатам исследования или автореферат диссертации.

4. Не рекомендуется ссылаться на издания, недоступные для большинства читателей и не имеющие авторства (ведомственные издания и инструкции, ГОСТ, СНИП, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и журналах, общепринятые методики, официальные сайты и т. д.). Ссылка на данные документы оформляется в тексте (закljučаются в круглые скобки) или оформляется подстрочными ссылками в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008.

5. При ссылке на нормативный документ обязательно указывать дату его принятия, номер и название нормативного акта.

6. *Список источников оформляют в соответствии с ГОСТ 7.0.5–2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».*

При этом нужно учесть, что в заголовке описания источника (перед названием) указываются все авторы. В случае, если авторов больше шести, то указывают первые шесть авторов и далее ставится приписка и др. Менять очередность авторов в изданных источниках не допускается.

7. Список источников составляется в порядке упоминания в тексте. В тексте ссылки на цитируемую литературу приводятся в квадратных скобках в конце предложения перед точкой, с указанием порядкового номера ссылки и страницы, например: [2], [1, С. 15]. **При отсутствии ссылки в тексте, при редакционно-издательской обработке источник будет удален из списка.**

8. Библиографическое описание источника приводится на языке, на котором он опубликован.

9. Ссылки должны быть верифицированы, выходные данные проверены на официальном сайте журналов или издательств, в РИНЦ.

10. При наличии идентификатора статьи DOI и (или) EDN – он приводится в обязательном порядке в конце библиографического описания источника.

11. Ссылка на электронный ресурс должна отсылать читателя непосредственно на цитируемый источник, а не на страницу сайта, где он размещен.

12. Если журнал издается только в электронном виде – ссылка оформляется на электронный ресурс, с указанием даты обращения к источнику.

Информация об авторах статьи. По каждому автору статьи необходимо привести:

- фамилия, имя и отчество (при наличии) – полностью;
- ученую степень (при наличии);
- ученое звание (при наличии);
- для авторов, не имеющих ученой степени и ученого звания, указывается занимаемая должность (например, младший научный сотрудник, старший преподаватель и т. д.);
- если автором является обучающийся, указывается категория обучающегося (например, аспирант, студент магистратуры и т. д.);
- наименование организации, являющейся основным местом работы (учебы);
- адрес электронной почты.

Вклад авторов. Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, приводят после «Информации об авторах». Кратко описывается личный вклад каждого автора (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи и т. д.) либо указывается – все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Приводится информация о конфликте интересов либо его отсутствии. Автор обязан уведомить редакцию о реальном или потенциальном конфликте интересов. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом. Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

Обращаем внимание, что переводятся на английский язык: информация об авторах, аннотация, ключевые слова, благодарности, подписи к изображениям, рисункам, таблицам, графикам, диаграммам.

Электронная версия статьи передается по электронной почте на адрес издания:

dvagrovestnik@dalgau.ru

При наличии замечаний по научной статье, они направляются автору на указанный им адрес электронной почты. Автор обязуется ответить на замечания в течение пяти рабочих дней с даты получения письма или связаться с редакцией с просьбой продления срока. В противном случае автор несет риск неопубликования статьи в текущем номере издания.

РЕДАКЦИЯ:

Михайлов А. А. – редактор, ведущий специалист по редакционно-издательской подготовке Центра публикационной активности Дальневосточного ГАУ;

Сысоенко В. В. – переводчик, ст. преподаватель кафедры гуманитарных дисциплин Дальневосточного ГАУ.

675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, каб. 315,
редакция журнала «Дальневосточный аграрный вестник»

тел. (факс) (4162) 995127

тел. (4162) 995115 – главный редактор; e-mail: tikhonchukp@rambler.ru

тел. (4162) 995147 – редакция журнала; e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru