

ISSN 1999-6837 (Print)

ISSN 1999-6837 (Online)

**ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ**  
**ВЕСТНИК**

---

[www.vestnik.dalgau.ru](http://www.vestnik.dalgau.ru)

**Выпуск 3 (59)**

**Благовещенск 2021**



**Тихончук П. В.** – председатель редакционного совета, главный редактор, д-р с.-х. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

**Редакция:**

**Овчинникова О. Ф.** – ответственный секретарь, ст. преподаватель кафедры экономики АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Черных Е. И.** – редактор;

**Сысоенко В. В.** – переводчик, ст. преподаватель кафедры гуманитарных дисциплин ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Борденюк Д. В.** – специалист по информационным ресурсам, ведущий программист центра информатизации учебного процесса ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Редакционный совет:**

**Асеева Т. А.**, д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, директор ФГБНУ ДВ НИИСХ;

**Владимиров Л. Н.**, д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАН, Заслуженный деятель науки РФ и РС(Я), директор ФГБНУ Якутский НИИСХ, им. М. Г. Сафронова;

**Емельянов А. Н.**, канд с.-х. наук, ст. науч. сотр., директор ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»;

**Гижеевски Зигмунт**, д-р наук (PhD), профессор, Польская академия наук, Научно-исследовательская станция Института воспроизводства животных и исследований пищевых продуктов в Попельно, Республика Польша;

**Игота Хиромаса**, д-р наук (PhD), доцент, руководитель лаборатории охотоведения, Университет Ракуно Гакуэн, г. Эбецу, префектура Хоккайдо, Япония;

**Клык А. Г.**, д-р биол. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. отделом селекции и биотехнологии с.-х. культур, ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»;

**Комин А. Э.**, канд. с.-х. наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО Приморская ГСХА;

**Ли Хунпэн**, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., Хейлунцзянская академия сельскохозяйственных наук, г. Харбин, КНР;

**Остякова М. Е.**, д-р биол. наук, доцент, директор ФГБНУ ДальЗНИВИ;

**Синеговская В. Т.**, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник лаборатории физиологии растений ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

**Хан Тианфу**, д-р наук (PhD), профессор, Китайская академия сельскохозяйственных наук, Институт растениеводства, КНР

**Редакционная коллегия:**

**Бумбар И. В.**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Захарова Е. Б.**, д-р с.-х. наук, доцент кафедры общего земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Ким И. Н.**, канд. техн. наук, доцент, проректор по научной работе и инновационным технологиям ФГБОУ ВО Приморская ГСХА;

**Ключникова Н. Ф.**, д-р с.-х. наук, заместитель директора по научной работе ФГБНУ ДВ НИИСХ;

**Краснощёкова Т. А.**, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры кормления, разведения, зоогигиены и производства продуктов животноводства ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Кухаренко Н. С.**, д-р ветеринар. наук, профессор, профессор кафедры патологии, морфологии и физиологии ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Миллер Т. В.**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела микробиологии, вирусологии и иммунологии ФГБНУ ДальЗНИВИ;

**Наумченко Е. Т.**, канд. с.-х. наук, доцент, вед. науч. сотр., заместитель директора по науке ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

**Овчинников А. А.**, д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО ЮУрГАУ;

**Труш Н. В.**, д-р биол. наук, доцент, профессор кафедры биологии и охотоведения ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Шарвадзе Р. Л.**, д-р с.-х. наук, профессор, декан факультета ветеринарной медицины и зоотехнии ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

**Щитов С. В.**, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

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)

Свидетельство о регистрации  
ПИ № ФС 77-78057  
27.03.2020

Подписной индекс в Объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ. ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ» **94054 (полугодовая)**;  
Онлайн подписка:  
<https://www.pressa-rg.ru/cat/1/edition/i94054/>

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 №891 по состоянию на 12.07.2021)**

Адрес редакции:  
675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д.86, уч. корп. 1, каб.301  
Тел. (4162)995147  
Тел./факс (4162)995127  
[www.vestnik.dalgau.ru](http://www.vestnik.dalgau.ru)  
e-mail: [DVagrovvestnik@dalgau.ru](mailto:DVagrovvestnik@dalgau.ru)

Ministry of Agriculture of the Russian Federation Far Eastern State Agrarian University

**FAR EASTERN AGRARIAN HERALD**

Scientific and Practical Journal

Issued since 2007

Issued quarterly

**№3 (59)**

July – September 2021

**P. V. Tikhonchuk** – Chairman of Drafting Committee, Editor-in-Chief, Dr. Agr. Sci., Professor, Rector of the Far Eastern State Agrarian University

**Editorial office:**

**O. F. Ovchinnikova** – Executive Secretary, Senior Teacher of the Department of Agro-Industrial Complex Economics, Far Eastern State Agrarian University;

**E. I. Chernykh** – Editor;

**V. V. Sysoenko** – Translator; Senior Teacher of the Department of Humanities, Far Eastern State Agrarian University;

**D. V. Bordenyuk** – Information Resources Specialist, Lead Programmer at Information Technology Center of the FESAU;

**Editorial Council:**

**T. A. Aseeva**, Dr. Agr. Sci., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Far Eastern Research Institute of Agriculture

**L. N. Vladimirov**, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia and Sakha Republic (Yakutia), Director of the Yakut Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov;

**A. N. Emelyanov**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Director of the Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika;

**Zygmunt Gizejewski**, PhD, Professor, Polish Academy of Sciences, Research Station of the Institute of Animal Reproduction and Food Research at Popielno, Republic of Poland;

**Hiromasa Igota**, PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory of Hunting, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, Japan;

**A. G. Klykov**, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Selection and Biotechnology of Agricultural Crops, Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A. K. Chaika;

**A. E. Komin**, Cand. Agr. Sci., Assistant Professor, Rector of the Primorskaya State Academy of Agriculture;

**Li Hongpeng**, Cand. Agr. Sci., Senior Researcher, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, China;

**M. E. Ostyakova**, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Director of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute;

**V. T. Sinogovskaya**, Dr. Agr. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia, Chief Researcher of the Plant Physiology Laboratory of the All-Russian Research Institute of Soy;

**Tianfu Han**, PhD, Professor, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science, China;

**Editorial Board:**

**I. V. Bumbar**, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the FESAU;

**E. B. Zakharova**, Dr. Agr. Sci., Associate Professor of the Department of General Agriculture and Plant Growing of the FESAU;

**I. N. Kim**, Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Pro-rector of the Research Work and Innovative Technologies of the Primorskaya State Academy of Agriculture;

**N. F. Klyuchnikova**, Dr. Agr. Sci., Deputy Director of Research of the Far Eastern Research Institute of Agriculture;

**T. A. Krasnoshchyokova**, Dr. Agr. Sci., Professor, Professor of the Department of Feeding, Breeding, Zoohygiene and Production of Animal Products of the FESAU;

**N. S. Kukhareenko**, Dr. Veterinar. Sci., Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the FESAU;

**T. V. Miller**, Cand. Biol. Sci., Leading Researcher of the Department of Microbiology, Virology and Immunology of the Far Eastern Areal Research Veterinary Institute;

**E. T. Naumchenko**, Cand. Agr. Sci., Associate Professor, Leading Researcher, Deputy Director of Research of the All-Russian Research Institute of Soy

**A. A. Ovchinnikov**, Dr. Agr. Sci., Professor, Head of the Department of Feeding, Animal Hygiene, Technology of Production and Processing of Agricultural Products of the South Ural State Agrarian University;

**N. V. Trush**, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Biology and Hunting of the FESAU;

**R. L. Sharvadze**, Dr. Agr. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the FESAU;

**S. V. Shchitov**, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the FESAU

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  
(Roskommadzor)

Registration Certificate  
ПН № ФС 77-78057  
dated March 27, 2020

Subscription Indices  
in the Catalogue  
"PRESS OF RUSSIA.  
NEWSPAPERS  
AND MAGAZINES"  
94054 (semi-annual);  
Online subscription:  
<https://www.pressa-ru.ru/cat/1/edition/i94054/>

The Journal is presented  
in the system of Russian  
Science Citation Index (RSCI)  
and on the platform  
of Scientific Electronic Library  
[www.elibrary.ru](http://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 № 13-6518  
from 01.12.2015)  
(In the HAC List № 891  
for July 12, 2021)

Editorial office address:  
86, Politekhnikeskaya Str.,  
Bldg.1, Rm. 301  
Blagoveshchensk,  
Amur Region, 675005  
Tel. (4162)995147  
Tel./fax (4162)995127  
[www.vestnik.dalgau.ru](http://www.vestnik.dalgau.ru)  
e-mail: [DVagrovestnik@dalgau.ru](mailto:DVagrovestnik@dalgau.ru)

Format 60x90/8. Edition 600 copies. Order 54. Signing date 20.09.2021. Publication date 30.09.2021. Free price.  
Far Eastern State Agrarian University: 86, Politekhnikeskaya str., Blagoveshchensk, Amur Region, 675005  
Printing house address: 86, Politekhnikeskaya str., Bldg.2, Rm. 2, Blagoveshchensk, Amur Region, 675005

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АГРОНОМИЯ.....</b>	<b>5</b>
<i>Ахалбедашвили Д. В.</i> Влияние обработок препаратом ЭМ-Био на рост и урожайность зернового сорго .....	5
<i>Зенкина К. В., Асеева Т. А., Ломакина И. В.</i> Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы в Хабаровском крае .....	13
<i>Мищенко Л. Н., Терёхин М. В., Терёхин Н. М.</i> Эффективность использования сортов различного эколого-географического происхождения в селекции яровой пшеницы в Амурской области.....	19
<b>ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ .....</b>	<b>28</b>
<i>Коновалов А. П., Василевич Ф. И., Шумилина Н. Н.</i> Лечебно-профилактический комплекс «ДПК» как приоритетный фактор воздействия на площадь и массу шкурочков песцов серебристых при токсамариозе .....	28
<i>Кошурникова М. А., Березина Ю. А., Домский И. А.</i> Сезонные и возрастные изменения уровня тестостерона у кабанов ( <i>Sus scrofa</i> L.) .....	37
<i>Курятова Е. В., Тюкавкина О. Н., Груздова О. В.</i> Профилактика ацидоза коров пробиотическим препаратом и его влияние на молочную продуктивность.....	44
<i>Любченко Е. Н., Короткова И. П., Кожушко А. А., Жилин Р. А., Капралов Д. В.</i> Анализ содержания жирных кислот в составе жира тигра амурского.....	55
<i>Сиянова И. В., Кручинкина Т. В.</i> Влияние цвета освещения на стрессоустойчивость молодняка яичных кур.....	64
<b>ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ .....</b>	<b>72</b>
<i>Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е.</i> Влияние основных конструктивно-технологических параметров измельчителя-пастоизготовителя на энергоэффективность приготовления кормов.....	72
<i>Курков Ю. Б., Горбунов К. М.</i> Анализ результатов экспериментальных исследований процесса смешивания при производстве субстратно-соево-корнеплодных кормовых добавок .....	78
<i>Кучер А. В., Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Решетник Е. И., Двойнова Н. Ф.</i> Повышение эффективности использования энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур при различных температурных режимах.....	86
<i>Лонцева И. А., Соболева Н. В.</i> Модель для прогнозирования потерь сои за жаткой .....	93
<i>Попов А. А., Бумбар И. В.</i> Определение оптимального числа транспортных средств в уборочно-транспортном комплексе .....	99
<i>Раднаев Д. Н., Зимина О. Г.</i> Обоснование рациональных параметров сошника для посева зерновых культур с внесением удобрений ниже уровня семян .....	106
<i>Шишилов С. А., Демешко А. А., Шишилов А. Н., Чугаева Н. А.</i> Температурный режим генератора ледяной воды при получении пластинчатого льда .....	116
<b>ЮБИЛЕЙ УЧЁНОГО .....</b>	<b>121</b>
Учёный, опередивший эпоху .....	121
<b>ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК».....</b>	<b>127</b>

## CONTENTS

<b>AGRONOMY</b> .....	<b>5</b>
<i>Akhalbedashvili D. V.</i> The effect of EM-Bio on growth and yield of grain sorghum .....	5
<i>Zenkina K. V., Asseva T. A., Lomakina I. V.</i> Assessment of collection samples of spring bread wheat in Khabarovsk territory .....	13
<i>Mishchenko L. N., Teryokhin M. V., Teryokhin N. M.</i> Use efficiency of different ecological and geographical origin varieties in spring wheat breeding in the Amur region.....	19
<b>VETERINARY AND ANIMAL BREEDING</b> .....	<b>28</b>
<i>Konovalov A. P., Vasilevich F. I. Shumilina N. N.</i> Treatment and prophylactic complex «DLK» as a priority factor of impact on area and weight of arctic silver fox pelts at toxascariosis .....	28
<i>Koshurnikova M. A., Berezina Yu. A., Domskiy I. A.</i> Seasonal and age-related changes in testosterone level in wild boars ( <i>Sus scrofa</i> l.) .....	37
<i>Kuryatova E. V., Tyukavkina O. N., Gruzdova O. V.</i> Prevention of acidosis in cows with a probiotic and its effect on dairy productivity .....	44
<i>Lyubchenko E. N., Korotkova I. P., Kozhushko A. A., Zhilin R. A., Kapralov D. V.</i> Analysis of fatty acids content in the fat of amur tiger .....	55
<i>Siyanova I. V., Kruchinkina T. V.</i> The effect of the light color on the stress resistance of the young egg laying hens .....	64
<b>PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS</b> .....	<b>72</b>
<i>Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E.</i> Influence of basic constructive and technological parameters of the shredder-mix producer on energy efficiency of feed preparation .....	72
<i>Kurkov Yu. B., Gorbunov K. M.</i> Analysis of the results of experimental studies of the mixing process in the production of substrate-soy-root feed additives.....	78
<i>Kucher A. V., Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Reshetnik E. I., Dvoynova N. F.</i> Efficiency improving of energy means use in agricultural crops cultivation technology at different temperature regimes.....	86
<i>Lontseva I. A., Soboleva N. V.</i> A model for predicting header soy bean losses in a combine harvester.....	93
<i>Popov A. A., Bumbar I. V.</i> Determination of optimal number of vehicles in harvesting and transport complex.....	99
<i>Radnaev D. N., Zimina O. G.</i> Justification of rational parameters of the coulter for grain crops sowing with fertilizer application below the seed level.....	106
<i>Shishlov S. A., Demeshko A. A., Shishlov A. N., Chugaeva N. A.</i> Temperature mode of the ice water generator during the production of platelike ice .....	116
<b>ANNIVERSARY OF THE SCIENTIST</b> .....	<b>121</b>
Scientist who was ahead of the era .....	121
<b>THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD</b> .....	<b>128</b>

## АГРОНОМИЯ

## AGRONOMY

УДК 633.174.1:631.52(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-5-12

**Влияние обработок препаратом  
ЭМ-Био на рост и урожайность зернового сорго****Давид Важаевич Ахалбедашвили**Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область,  
Благовещенск, Россия, nikormov@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты влияния обработок различных органов растений препаратом ЭМ-Био на рост и продуктивность зернового сорго в условиях Приамурья. Основанием для проведения исследований послужил возрастающий спрос на зерно на внутреннем рынке кормов. Исследования проводили в 2018–2019 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ. Почва лугово-черноземовидная. Гидротермический коэффициент в 2018 г. – 2,1, в 2019 г. – 2,7. Материалом для исследований послужил гибрид зернового сорго Бригга и препарат ЭМ-Био. Схема опыта: 1) контроль – без обработки; 2) намачивание семян в воде; 3) намачивание семян в растворе ЭМ-Био; 4) намачивание семян в растворе ЭМ-Био, затем опрыскивание растений в фазу кушения раствором ЭМ-Био; 5) намачивание семян в растворе ЭМ-Био, затем опрыскивание растений в фазу кушения раствором ЭМ-Био, после этого опрыскивание растений раствором ЭМ-Био в фазу выхода в трубку. Установлено, в различные по метеорологическим условиям годы обработка препаратом ЭМ-Био различных органов растений зернового сорго в семенной и вегетативный период ускоряет появление всходов на 2–3 суток и прохождение фаз роста и развития на 3–4 суток. Обработка препаратом обеспечивает прирост стебля на 7–15 см в высоту, позволяет увеличить массу растений на 16–55 г и урожайность зерна на 0,17–0,36 т/га. Для существенного повышения зерновой продуктивности сорго рекомендуется обрабатывать семена и вегетирующие растения в фазы кушения и выхода в трубку препаратом ЭМ-Био.

**Ключевые слова:** семена, фазы, рост, развитие, препарат, ЭМ-Био, обработка, урожайность, зерно, сорго

**Для цитирования:** Ахалбедашвили Д. В. Влияние обработок препаратом ЭМ-Био на рост и урожайность зернового сорго // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 5–12.

**The effect of EM-Bio  
on growth and yield of grain sorghum****David V. Akhalbedashvili**Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia,  
nikormov@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of the influence of various plant organs treatment with EM-Bio on growth and productivity of grain sorghum in the Amur region. The research was based on the growing demand for grain in the domestic feed market. The research was carried out in 2018–2019 at the experimental field of the Far Eastern State Agrarian University. The soil is meadow-chernozem-like. The hydrothermal coefficient was 2.1 in 2018, and 2.7 in 2019. The material for research was the variety of grain sorghum Brigga and the preparation EM-Bio. The

experience scheme: 1) control – without treatment; 2) soaking of seeds in water; 3) soaking of seeds in a solution of EM-Bio; 4) soaking of seeds in a solution of EM-Bio, then plant spraying at the tillering stage with the solution of EM-Bio; 5) soaking of seeds in a solution of EM-Bio, then plant spraying at the tillering stage with the solution of EM-Bio, then plant spraying with a solution of EM-Bio in the stage of booting. It was found that in different meteorological conditions, the treatment of various plant organs of grain sorghum with EM-bio in the seed and vegetative period accelerates the emergence of seedlings for 2 to 3 days and the passage of the growth and development phases for 3 to 4 days. The treatment with EM-Bio provides an increase in the stem by 7–15 cm in height, allowing to increase the weight of plants by 16–55 g and grain yield by 0.17–0.36 t / ha. To significantly increase the grain productivity of sorghum, it is recommended to treat seeds and vegetating plants in the tillering and booting stages with EM-Bio.

**Keywords:** seeds, stages, growth, development, preparation, EM-Bio, treatment, yield, grain, sorghum

**For citation:** Akhalbedashvili D. V. The effect of EM-Bio on growth and yield of grain sorghum. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 5–12.

В настоящее время обеспеченность населения Дальнего Востока продуктами животноводства значительно ниже научно обоснованных норм. Важным направлением национальной программы развития сельского хозяйства страны является повышение продуктивности отрасли животноводства [15]. В последние годы в Амурской области создаются современные высокотехнологические мегафермы молочного и мясного направления, которые нуждаются в надежной кормовой базе [12]. Традиционно на кормовые цели здесь возделывают кукурузу, ячмень, пшеницу, овес и их смеси с соей. Набор однолетних кормовых культур и их производство не позволяет в полном объеме обеспечить высокопитательными кормами существующее поголовье животных. В связи с расширением видов разводимых животных и птиц возрастает спрос на зерно на внутреннем рынке кормов. Необходимо расширять ассортимент новых высокопродуктивных зерновых кормовых культур в местных условиях [1].

В качестве перспективной универсальной кормовой культуры в Приамурье можно выращивать зерновое сорго (*Sorghum Moench vulgare var. saccharatum Pers.*) [3]. В основном его возделывают для получения зерна, побочная продукция – зеленая масса. Благодаря засухоустойчивости и относительно невысоким требованиям к почве сорго способно давать высокие и стабильные урожаи: зерна – от 2,5 до 5 тонн на гектар, силосной массы – 25–45 тонн на гектар и зеленой массы за два – три укоса – 30–60 и более тонн на гектар, а при орошении – свы-

ше 100 тонн на гектар [8]. Для успешного выращивания этой культуры в наших условиях нужно подобрать сорта с высоким биологическим потенциалом и разработать для них технологию возделывания [2]. Важное место в технологии выращивания культуры занимают подготовка семян к посеву и уход за посевами.

Японским учёным Teruo Niga в 1988 г. в качестве альтернативы синтетическим химическим веществам, применяемым в народном хозяйстве, была предложена «EM Технология» [18]. Применение ЭМ-препаратов ускоряет сроки созревания плодов на 10–15 суток [4], повышает урожайность практически всех культур в 2–5 раз [17]. Бренд ЭМ-технология ТМ (EM-Technology ТМ) принадлежит японской компании EMRO. Она распространяет её в более чем в 50 странах – в Японии, Ю. Кореи, Швейцарии, Германии, Испании, Италии и других. В России авторизованным производителем препаратов с эффективными микроорганизмами ТМ и официальным партнером японской компании EMRO является ООО «Приморский ЭМ-Центр» [11]. Для аграриев он предлагает ЭМ-Био (Восток ЭМ-1), микробиологическое удобрение EM·1 в виде концентрата и активированного препарата, который улучшает структуру почвы, повышает иммунитет растений, увеличивает урожайность и устойчивость к заболеваниям и насекомым-вредителям и ЭМ-5, природный биорегулятор (против болезней растений и насекомых-вредителей) профилактического действия [16]. Актуальность и новизна работы состоит в том, что в условиях Приамурья впервые

установлена эффективность применения препарата ЭМ-Био при обработке различных органов растений зернового сорго.

**Цель исследований** – установить влияние обработок препаратом ЭМ-Био различных органов растений на рост и продуктивность зернового сорго в условия Амурской области.

**Условия и методика исследований.** Исследования проводили в 2018–2019 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Дальневосточного ГАУ, находящимся в Амурской области. Почва участка – лугово-черноземовидная, среднемошная. В ней содержалось гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО) 3,8–4,1 %; нитратного азота, определенного ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86) – 38,4–41,9 мг/кг почвы; подвижного фосфора (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 48–53 мг/кг; калия (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 165–181 мг/кг почвы; реакция почвенного раствора – среднекислая (рН<sub>KCl</sub> 5,0–5,1).

Погодные условия в летнее время 2019 г. по температурным показателям уступали 2018 г. на 0,6 °С, а в сравнении с многолетними данными уступали им на 0,3 °С. Осадков в 2019 году выпало на 99 мм больше, чем в 2018 году и свыше нормы на 179 мм (табл. 1).

В 2018 г. погодные условия для выращивания зернового сорго были удовлетворительными (ГТК = 2,12). Метеорологические условия в 2019 г. для этой культуры были более жесткими, по температурным показателям и количеству выпавших осадков (ГТК = 2,7).

Метод исследований – полевой опыт. Материалом для исследова-

ований послужил гибрид зернового сорго Бригга и препарат ЭМ-Био.

Схема опыта включала варианты: 1) контроль – без обработки; 2) намачивание семян в воде; 3) намачивание семян в растворе ЭМ-Био; 4) намачивание семян в растворе ЭМ-Био, затем опрыскивание растений в фазу кущения раствором ЭМ-Био; 5) намачивание семян в растворе ЭМ-Био, затем опрыскивание растений в фазу кущения раствором ЭМ-Био, после этого опрыскивание растений раствором ЭМ-Био в фазу выхода в трубку.

Почву в опыте готовили, согласно принятым в Амурской области рекомендациям [13]. По мнению многих ученых, сорго следует сеять по зяблевой вспашке [14]. Предпосевная обработка почвы включала поверхностное боронование зяби в два следа и две культивации почвы с боронованием. После первой культивации на глубину 10–12 см почву прикатывали кольчатыми катками. После посева прикатывание проводили гладкими водоналивными катками.

Обработку семян биопрепаратом ЭМ-Био проводили перед посевом. Посевной материал замачивали 24 часа в воде и растворе ЭМ-Био в зависимости от варианта опыта. Растворяли препарат в соотношении 1:1000 или 10 мл препарата на 10 л воды. Расход раствора 10–15 л/т семян. Даты посева в 2018 г. – 26 мая, в 2019 г. – 25 мая. Способ посева – ширококорядный с междурядьями 45 см [5, 6].

Норма высева – 200 тыс. всхожих зерен на 1 га. Глубина заделки семян – 5 см. Уход за посевами соответствовал зональным рекомендациям [13]. Во время

**Таблица 1**

**Погодные условия летнего периода (данные гидрометеостанции г. Благовещенска)**

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	2018 г.	2019 г.	средняя многолетняя	2018 г.	2019 г.	среднее многолетнее
Июнь	17,9	18,3	18,8	168	77	91
Июль	22,3	21,3	21,5	159	258	131
Август	20,1	18,9	19,2	100	191	125
За лето	20,1	19,5	19,8	427	526	347
Гидротермический коэффициент за лето 2018 г. = 2,12				Гидротермический коэффициент за лето 2019 г. = 2,70		

вегетации посевы обрабатывали, согласно схеме опыта, раствором ЭМ-Био в соотношении 1:1000 мелкодисперсным опрыскиванием растений при норме расхода препарата 300–400 мл/га. Днем проводили обработку в пасмурную погоду, а при ясной погоде в ранние утренние (7–10) или вечерние (17–20) часы. Уборку урожая проводили при полном созревании семян. Учет урожайности с делянок опыта осуществлялся весовым методом. Площадь посевной делянки 35,5 м<sup>2</sup>, учетной – 25 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная, размещение делянок – рендомизированное [7].

В опытах проводили фенологические наблюдения и биометрические учеты, в соответствии с рекомендациями методики ГСИ [10]. Регистрировали даты полных всходов (75 % растений), кущения, полного появления метелок, начала (10–15 %) и полного (75 %) цветения, молочно-восковой, восковой и полной спелости зерна. Учет густоты стояния растений делали по методике ГСИ выпуск 1 (1985 г.) [9]. Высоту растений определяли, измеряя их в пяти местах делянки двух несмежных повторений. Урожайность зерна рассчитывали при 14-процентной влажности.

**Результаты и их обсуждение.** Всходы в вариантах с замачиванием семян в воде и растворе препарата появились через 7–9 суток, в контроле – через 11–12 суток после посева. В течение 35–42 суток после посева отмечали нарастание листьев до 4 штук. При формировании 5 листа наблюдали фазу кущения, которая длилась 24–27 суток. Высота растений достигла 17–23 см. Растения в контрольном варианте вступали в фазу кущения на 3–4 суток позже и были на 2–6 см ниже других вариантов. Интенсивный суточный прирост в высоту в зависимости от варианта опыта составлял 4–12 см. В конце вегетации наиболее высокими были стебли растений зернового сорго в варианте обработки семян, а затем растений ЭМ-Био в фазы кущения и выхода в трубку. Растения в этом варианте превосходили контроль (без обработки) на 14,9 см (табл. 2).

В 2018 г. абсолютная ошибка разности средних по высоте стебля зернового сорго была  $S_d = 2,44$  см. Наименьшая абсолютная существенная разность составила 5,2 см, а относительная существенная разность – 5,5 %. За годы исследования обра-

ботка семян, а также совместная обработка семян и растений зернового сорго препаратом ЭМ-Био обеспечивает существенный прирост стеблей. В 2019 г. по этим показателям  $S_d = 3,146$  см, абсолютная величина  $НСР_{05}$  равна 6,7 см и относительная – 5,7 %. За время проведения эксперимента ЭМ-Био дает существенный прирост стеблей только при совместной обработке семян и вегетирующих растений. Замачивание семян в воде и растворе ЭМ-Био было примерно равноценно контролю.

Наименьшую вегетативную массу растения зернового сорго формировали в контрольном варианте. Наибольшую массу растений в опыте фиксировали в варианте обработки семян, а затем растений ЭМ-Био в фазы кущения и выхода в трубку. Масса растений в этом варианте была больше массы растений контроля на 54,9 г (табл. 3).

В 2018 г. абсолютная ошибка по средней массе растений составляла  $S_d = 9,91$  г. Абсолютная  $НСР_{05}$  равна 21,1 г. Относительная  $НСР_{05} = 12,9$  %. В 2019 г. соответственно  $S_d = 13,0$  г, абсолютная  $НСР_{05} = 27,7$  г и относительная  $НСР_{05} = 16,2$  %. По массе растений в опыте замачивание семян в воде и растворе ЭМ-Био равноценно контролю. Существенную прибавку по массе растения зернового сорго дают при обработке семян и растений препаратом ЭМ-Био.

В условиях 2018–2019 гг. высокую урожайность зерна получили в варианте обработки семян, а затем растений ЭМ-Био в фазы кущения и выхода в трубку. В этом варианте получена прибавка зерна 0,36 т/га (табл. 4).

Обработка данных по урожайности зерна сорго показала, что  $F_{\text{д}} > F_{\text{с}}$ . По критерию Тьюки доказано  $H_0: \delta = 0$ , нулевая гипотеза отвергается. В 2018 г. абсолютная ошибка разности средних, при значении  $t_{05} = 2,13$ , была  $S_d = 0,131$  т/га. Наименьшая существенная разность для 5%-ного уровня значимости в абсолютной величине составила 0,27 т/га, в относительной величине – 13,2 %. Существенную прибавку урожайности в 2018 году показали два последних варианта. Абсолютная ошибка в 2019 г. равна  $S_d = 0,146$  т/га, абсолютная величина  $НСР_{05} = 0,28$  т/га и относительная  $НСР_{05} = 9,5$  %. В 2019 г.

**Таблица 2**

**Влияние ЭМ-Био на высоту стебля зернового сорго, см**

Обработка органов растений в фазы роста и развития	Год			Прирост	
	2018	2019	средняя	см	%
Контроль – без обработки	107,6	109,3	108,5	0,0	0,0
Семян – водой	108,3	112,1	110,2	1,7	1,6
Семян – раствором ЭМ-Био	113,4	117,4	115,4	6,9	6,4
Семян, затем растений ЭМ-Био в кущение	119,7	123,5	121,6	13,1	12,1
Семян, растений ЭМ-Био в кущение и выхода в трубку	122,5	124,2	123,4	14,9	13,7
НСР <sub>05</sub> , см	5,2	6,7	–	–	–

**Таблица 3**

**Влияние ЭМ-Био на массу растения зернового сорго, г**

Обработка органов растений в фазы роста и развития	Год			Прибавка	
	2018	2019	средняя	г	%
Контроль – без обработки	142,9	146,1	144,5	0,0	0,0
Семян – водой	148,4	152,2	150,3	5,8	4,0
Семян – раствором ЭМ-Био	156,7	164,5	160,6	16,1	11,1
Семян, затем растений ЭМ-Био в кущение	175,8	189,4	182,6	37,9	26,2
Семян, растений ЭМ-Био в кущение и выхода в трубку	193,5	205,3	199,4	54,9	37,9
НСР <sub>05</sub> , г	21,1	27,7	–	–	–

**Таблица 4**

**Влияние ЭМ-Био на урожайность зерна сорго, т/га**

Обработка органов растений в фазы роста и развития	Год			Прибавка	
	2018	2019	средняя	т/га	%
Контроль – без обработки	1,82	2,83	2,33	0,00	0,00
Семян – водой	1,96	2,87	2,42	0,09	3,91
Семян – раствором ЭМ-Био	2,04	2,96	2,50	0,17	7,29
Семян, затем растений ЭМ-Био в кущение	2,18	3,04	2,61	0,28	12,0
Семян, растений ЭМ-Био в кущение и выхода в трубку	2,25	3,12	2,69	0,36	15,45
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,27	0,28	–	–	–

и в среднем за годы исследований существенную прибавку урожайности в опыте показал только вариант обработки се-

мян и растений ЭМ-Био в фазы кущения и выхода в трубку. Остальные варианты были примерно равноценны контролю.

**Заключение.** Таким образом, в отличающиеся по метеорологическим условиям годы обработка препаратом ЭМ-Био различных органов растений зернового сорго в семенной и вегетативный период ускоряет появление всходов на 2–3 суток и прохождение фаз роста и развития на 3–4 суток. Она обеспечивает прирост стебля

на 7–15 см в высоту, позволяет увеличить массу растений на 16–55 г и урожайность зерна на 0,17–0,36 т/га. Для существенного повышения зерновой продуктивности сорго рекомендуется обрабатывать семена и вегетирующие растения в фазы кущения и выхода в трубку препаратом ЭМ-Био.

### Список литературы

1. Ахалбедашвили, Д. В. Подбор и оценка сорго и суданской травы для кормопроизводства / Д. В. Ахалбедашвили // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области : сб. науч. тр. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2009. – Вып. 5. – С. 144.
2. Ахалбедашвили, Д. В. Биохимический состав сортов сорго в условиях Амурской области / Д. В. Ахалбедашвили // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области : сб. науч. тр. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. – Вып. 12. – С. 5–10.
3. Ахалбедашвили, Д. В. Наиболее адаптированные высокопродуктивные сорта сорго зернового условия Амурской области / Д. В. Ахалбедашвили, В. В. Епифанцев // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 11 апреля 2018 г.). – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – С. 56–59.
4. Ахалбедашвили, Д. В. Влияние биологического препарата ЭМ-Био на рост, развитие и продуктивность кукурузы / Д. В. Ахалбедашвили // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : матер. всерос. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 17 апреля 2019 г.). – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2019. – С. 28.
5. Земледелие / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.] ; под ред. А. И. Пупониной. – Москва : КолосС, 2002. – 552 с.
6. Земледелие : практикум / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 424 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Малиновский, Б. Н. Сорго на Северном Кавказе / Б. Н. Малиновский. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского ун-та, 1992. – 208 с.
9. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры). – Вып. 1. – Москва [б. и.], 1985. – 263 с.
10. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры). – Вып. 2. – Москва [б. и.], 1989. – 194 с.
11. Подлинность эффективных микроорганизмов в России. – URL : <https://em-russia.ru/base/podlinnost-effektivnykh-mikroorganizmov-v-rossii/> (дата обращения 08.02.2021).
12. Программа ускоренного развития региона до 2024 года. – URL : <https://www.amurobl.ru/posts/news/v-priamure-razrabotana-programma-uskorenno-go-razvitiya> (дата обращения 09.11.2020).
13. Система земледелия Амурской области : производственно-практический справочник / под общ. ред. д-ра с.-х. наук, проф. П. В. Тихончука. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2016. – 431 с.
14. Система земледелия в Приморском крае : Рекомендации / ВАСХНИЛ, Сиб. отделение, Примор. НИИ сел. хоз-ва. – Новосибирск : СО ВАСХНИЛ, 1990. – 303 с.
15. Федеральная научно-техническая программа развития АПК до 2025 года. – URL : <http://government.ru/docs/29004/> (дата обращения 09.11.2020).

16. «ЭМ-БИО» (или «Восток ЭМ-1») активированный препарат 1 л. – URL : [https://plodorodie76.ru/shop/bioudobrenia/mikrobiologicheskie preparaty/em-bio-1/](https://plodorodie76.ru/shop/bioudobrenia/mikrobiologicheskie_preparaty/em-bio-1/) (дата обращения 12.02.2021).

17. Эффективные микроорганизмы – ЭМ (effective microorganisms). – URL : <https://velo-de-isis.livejournal.com/829812.html> (дата обращения 12.02.2021).

18. Эффективные микроорганизмы. Что такое ЭМ? – URL : <https://www.massariba.com/page/effektivnye-mikroorganizmy> (дата обращения 12.02.2021).

### References

1. Akhalbedashvili, D. V. Vybor i otsenka sorgo i sudanskoj travy dlya proizvodstva kormov (Selection and evaluation of sorghum and Sudan grass for feed production), *Adaptivnyye tekhnologii v rasteniyevodstve Amurskoj oblasti, sb. nauch. tr. Dalgau, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'GAU, 2009, Vol. 5, P. 144.*

2. Akhalbedashvili, D. V. Biokhimicheskiy sostav sortov sorgo v uslovi-yakh Amurskoj oblasti (Biochemical composition of sorghum varieties in the conditions of the Amur region), *Adaptivnyye tekhnologii v rasteniyevodstve Amurskoj oblasti, sb. nauch. tr. Dalgau, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'GAU, 2016, Vol. 12, PP. 5–10.*

3. Akhalbedashvili, D. V., Epifantsev, V.V. Naibolee adaptirovannyye vysokoproduktivnyye sorta sorgo zernovogo v usloviyakh Amurskoj oblasti (The most adapted highly productive varieties of grain sorghum in the conditions of the Amur region), *Agropromyshlennyy kompleks: problemy i perspektivy razvitiya: mater. vseros. nauch. - prakt. conf. (Blagoveshchensk, 11 aprelya 2018 g.), Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2018, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, V 2 ch., Ch. 1, 306 [1], PP. 56–59.*

4. Akhalbedashvili, D. V. Vliyaniye biologicheskogo preparata ЭМ-Bio na rost, razvitiye i urozhaynost' kukuruzy (The influence of the biological preparation ЭМ-Bio on the growth, development and productivity of corn), *Agropromyshlennyy kompleks, problemy i perspektivy razvitiya, mater. vse-ros. nauch. - prakt. conf. (Blagoveshchensk, 17 apr. 2019), V 2 ch. Ch. 1, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrarnogo un-ta, 2019, PP. 28.*

5. Bazdyrev, G. I., Mules, V.G., Puponin, A.I. [i dr.] *Zemledelie (Agriculture) pod red. A.I. Puponina, Moskva, Koloss, 2002, 552 p.*

6. Vasiliev, I. P., Tulikov, A.M., Bazdyrev, G.I. [i dr.] *Sel'skoye kho-zyaystvo: praktikum (Agriculture: workshop), Moskva, INFRA-M, 2013, 424 p.*

7. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statistich-eskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), 5th izd., dop. i pererab., Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p..*

8. Malinovsky, B. N. *Sorgo na Severnom Kavkaze (Sorghum in the North Caucasus), Rostov-na-Donu, Izd-vo Rostovskogo un-ta, 1992, 208 p.*

9. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystven-nykh kul'tur (zernovyye, zernovyye, zernobobovyye, kukuruznyye i kormovyye kul'tury) (Methods of state variety testing of agricultural crops (cereals, cereals, legumes, corn and forage crops)), Vyp. 1, Moscow [b. I.], 1985, 263 p.*

10. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystven-nykh kul'tur (zernovyye, zernovyye, zernobobovyye, kukuruznyye i kormovyye kul'tury) (Methods of State variety testing of agricultural crops (cereals, cereals, legumes, corn and forage crops)), Vyp. 2, Moscow [b. I.], 1989, 194 p.*

11. *Podlinnost' effektivnykh mikroorganizmov v Rossii (The authenticity of effective microorganisms in Russia), URL: <https://em-russia.ru/base/podlinnost-effektivnykh-mikroorganizmov-v-rossii/> (data obrashcheniia 08.02.2021).*

12. *Programma uskorennoy razvitiya regiona do 2024 goda (The pro-gram accelerated development of the region until 2024), URL: <https://www.amurobl.ru/posts/news/v-priamure-razrabotana-programma-us-korennoy-razvitiya> (data obrashcheniia 09.11.2020).*

13. Sistema sel'skogo khozyaystva Amurskoy oblasti: proizvodstvenno-prakticheskiy spravochnik (The system of agriculture of the Amur region: a production and practical reference book), pod obshch. red. d-ra s.-kh. nauk, prof. P.V. Tikhonchuka, Blagoveshchensk: Dal'nevostochnyi GAU, 2016, 431 p.

14. Sistema zemledeliya v Primorskom kraye: rekomendatsii (The system of agriculture in the Primorsky Territory: Recommendations), VASKhNIL, Sib. otd-nie, Primor. NII sel. khoz-va, Novosibirsk, SO VASHNIL, 1990, 303 p.

15. Federal'naya nauchno-tehnicheskaya programma razvitiya APK do 2025 goda (Federal scientific and technical program for the development of the agro-industrial complex until 2025), URL: <http://government.ru/docs/29004/> (data obrashcheniia 09.11.2020).

16. «EM-BIO» (ili «Vostok EM-1») aktivirovannyu preparat 1 l («EM-BIO» or «Vostok EM-1») Activated drug 1 l), URL: <https://plodorodie76.ru/shop/bioudobrenia/mikrobiologicheskie-preparatsii/em-bio-1l/> (data obrashcheniia 12.02.2021).

17. Effektivnyye mikroorganizmy-EM (Effective microorganisms-EM), URL: <https://velo-de-isis.livejournal.com/829812.html> (data obrashcheniia 12.02.2021).

18. Effektivnyye mikroorganizmy. Chto takoye EM? (Effective microorganisms. What is EM?), URL: <https://www.massariba.com/page/effektivnye-mikroorganizmy> (data obrashcheniia 12.02.2021).

© Ахалбедашвили Д.В., 2021

Статья поступила в редакцию 06.03.2021; одобрена после рецензирования 26.03.2021; принята к публикации 04.08.2021.

The article was submitted 06.03.2021; approved after reviewing 26.03.2021; accepted for publication 04.08.2021.

### **Информация об авторах**

*Ахалбедашвили Давид Важаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: nikormov@mail.ru.*

### **Information about authors**

*David V. Akhalbedashvili, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; e-mail: nikormov@mail.ru.*

УДК 633.1:631.52

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-13-18

**Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы в Хабаровском крае****Кристина Владимировна Зенкина<sup>1</sup>, Татьяна Александровна Асеева<sup>2</sup>,  
Ирина Викторовна Ломакина<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства,  
Хабаровский край, Хабаровск, Россия<sup>1</sup> polosataya-zebra@mail.ru, <sup>2</sup> aseeva59@mail.ru, <sup>3</sup> dvniish\_delo@mail.ru

**Аннотация.** Опыт проведен в 2018–2020 гг. на базе Дальневосточного НИИСХ (Хабаровский край). Объект исследований – коллекция яровой мягкой пшеницы. В результате исследований выделены образцы с минимальной продолжительностью вегетационного периода (72–75 дней): Dian 81 V-418 (Китай); Calispero (Франция); KWS 240-3-13 (Германия); Libertina, Odeta, Китри (Чехия); Исеть 45, Нерда, Челяба ранняя (Россия). Высокая урожайность зерна (38,3–52,2 ц/га) отмечена у коллекционных сортов – Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (Китай); Boett (Швеция); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Германия); Любава, Ласка, Сударыня (Беларусь); Йолдыз, Аль Варис (Татарстан); Китри, Odeta (Чехия); Calispero, Eleganza, Cornetto (Франция); Сибирская 24, Исеть 45, Гренада, Клара, Калинка, Нерда, Старт, Бурлак, ОмГАУ 100, Тулайковская 116 (Россия), превышая стандартный сорт Хабаровчанка на 1,3–15,2 ц/га. Максимально крупное зерно (35,1–46,7 г) сформировали генотипы FAO 26.415 (Афганистан); Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (Китай); Хаят, Йолдыз, Буляк, Аль Варис (Татарстан); Libertina, Odeta, Китри (Чехия); Cornetto (Франция); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Германия); Сибирская 24, Гренада, Клара, Калинка, Нерда, Старт, Бурлак, Экада 214, Столыпинская 2, ОмГАУ 100, Омская юбилейная, Ботаническая 81, Тулайковская 116, Кинельская волна, Ирень 2 (Россия). Установлено, что сорт Boett (Швеция) характеризуется высокой устойчивостью к полеганию в агроэкологических условиях региона. Выделенные коллекционные образцы являются ценным исходным материалом и представляют интерес для дальнейшей селекционной работы по созданию высокопродуктивных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Хабаровского края.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, коллекция, урожайность, масса 1 000 зерен, устойчивость к полеганию, Хабаровский край

**Для цитирования:** Зенкина К. В., Асеева Т. А., Ломакина И. В. Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы в Хабаровском крае // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 13–18.

**Assessment of collection samples of spring bread wheat in Khabarovsk territory****Kristina V. Zenkina<sup>1</sup>, Tatiana A. Aseeva<sup>2</sup>, Irina V. Lomakina<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia<sup>1</sup> polosataya-zebra@mail.ru, <sup>2</sup> aseeva59@mail.ru, <sup>3</sup> dvniish\_delo@mail.ru

**Abstract.** The experience was carried out on the basis of the Far Eastern Agricultural Research Institute (Khabarovsk Territory) from 2018 to 2020. The object of research is a collection of spring bread wheat. As a result of the research, samples with the minimum duration of the growing season (72–75 days) were identified: Dian 81 V-418 (China); Calispero (France); KWS 240-3-13 (Germany); Libertina, Odeta, Kitri (Czech Republic); Iset 45, Nerda, Chelyaba rannyya (Russia). A high grain yield (38.3–52.2 centner/ha) was noted in the collection varieties – Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (China); Boett (Sweden); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Germany); Lyubava, Laska, Sudarynya (Belarus); Yoldyz, Al Varis (Tatarstan); Kitri, Odeta (Czech Republic); Calispero, Eleganza, Cornetto (France); Sibirskaya 24, Iset 45, Grenada, Klara, Kalinka, Nerda, Start, Burlak, OmGAU 100, Tulaykovskaya 116 (Russia), exceeding the standard variety Khabarovskaya by 1.3–

15.2 centner/ha. The largest grain (35.1–46.7 g) formed genotypes FAO 26.415 (Afghanistan); Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (China); Hayat, Yoldyz, Bulyak, Al Varis (Tatarstan); Libertina, Odeta, Kitri (Czech Republic); Cornetto (France); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Germany); Sibirsкая 24, Grenada, Klara, Kalinka, Nerda, Start, Burlak, Ekada 214, Stolypinskaya 2, OmGAU 100, Omsk yubileynaya, Botanicheskaya 81, Tulaykovskaya 116, Kinelskaya volna, Iren 2 (Russia). It was found that the Boett variety (Sweden) was characterized by high resistance to lodging in the agro-ecological conditions of the region. The selected collection samples are a valuable source material, and are of interest for further breeding work to create highly productive varieties of spring bread wheat under the conditions of the Khabarovsk Territory.

**Keywords:** spring wheat, collection, yield, weight of 1 000 grains, resistance to lodging, Khabarovsk territory

**For citation:** Zenkina K. V., Aseeva T. A., Lomakina I. V. Assessment of collection samples of spring bread wheat in Khabarovsk territory. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 13–18.

Важнейшая задача агропромышленного комплекса России – увеличение объемов производства высококачественного зерна. Яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.) является важнейшей продовольственной и кормовой культурой [4], ее возделывают на шести континентах мира [10], и она занимает лидирующее место по посевным площадям среди сельскохозяйственных культур [1]. Широкий ассортимент сортов пшеницы вызван различными климатическими и почвенными условиями страны [5]. Реализация потенциальных возможностей сортов зависит от складывающихся условий, возможности оптимального использования ими ресурсов тепла и влаги, а также от их происхождения [7]. Актуальная задача селекции – создание новых высокоурожайных сортов пшеницы мягкой яровой, адаптированных к местным условиям, отвечающих заданным параметрам по продуктивности и качеству зерна [2, 3, 8].

В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации насчитывается более 200 образцов яровой мягкой пшеницы, из них 18 сортов допущены к использованию в Дальневосточном регионе. Недостаток высококачественного продовольственного зерна обуславливает поиск эффективных приемов выращивания яровой пшеницы и путей стабилизации ее производства [9]. Для возделывания яровой пшеницы в сложных специфических почвенно-климатических условиях Хабаровского края необходимо создание новых генетически разнообразных сортов, адаптированных к лимитированным факторам окружаю-

щей среды. Поэтому, для эффективной селекционной работы требуется изучение исходного материала с различной продуктивностью и биологическими свойствами.

В связи с этим, цель исследований – провести сравнительную оценку коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы в Хабаровском крае.

**Материалы и методы.** Опыт проведен в 2018–2020 гг. в соответствии с методическими указаниями [6]. Объект исследований – 50 коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы из разных стран (Россия, Китай, Чехия, Беларусь, Татарстан и другие). Стандарт – сорт Хабаровчанка, допущенный к использованию с 1993 года в Дальневосточном регионе. Почва по гранулометрическому составу тяжело-суглинистая, с высоким содержанием калия и низкой обеспеченностью фосфором. Предшественник – черный пар. Норма высева – 500 зерен на 1 м<sup>2</sup>. Посев – в оптимальные сроки (III декада апреля). Учетная площадь делянки – один квадратный метр. Посев и уборка проведены вручную.

Температурный и водный режимы существенно отличались по годам (рисунок). Неблагоприятным для формирования урожая пшеницы был 2018 год из-за высоких перепадов температур воздуха в течение вегетации растений. В 2019 году наблюдалось большое количество интенсивных и проливных дождей, превышение над среднемноголетним значением за период с апреля по август составило 263 мм. Наиболее благоприятными условиями характеризовался 2020 год с оптимальной тепло- и влагообеспеченностью для пшеницы.

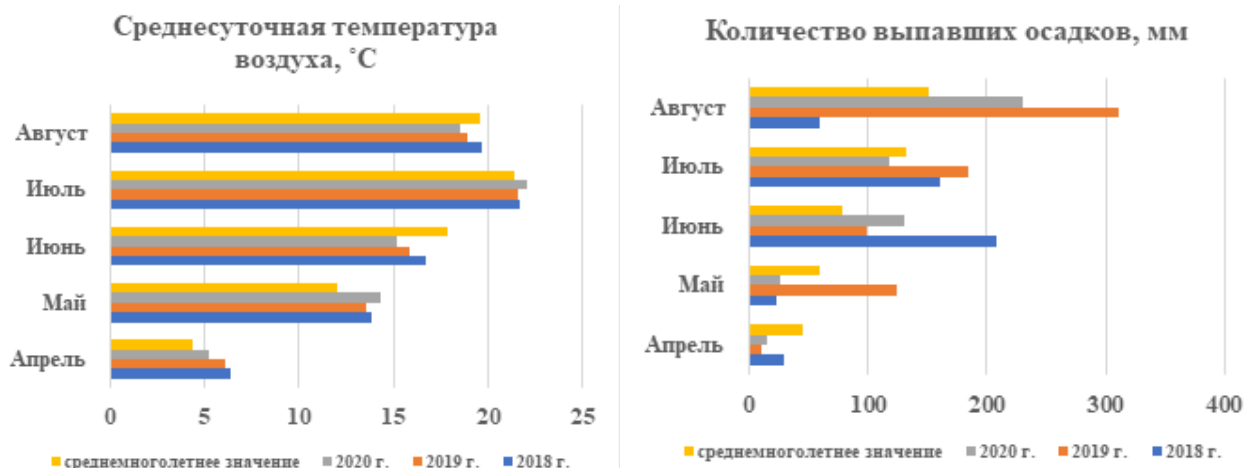


Рисунок – Метеорологические условия (2018–2020 гг.)

**Результаты и обсуждение.** Территория Дальнего Востока характеризуется обильными осадками и сильными ветрами во второй половине лета, что приводит к существенному полеганию растений, снижению урожайности зерна и его качества, поэтому необходимы скороспелые генотипы, созревающие до муссонных дождей. В условиях Хабаровского края продолжительность вегетационного периода у коллекционных сортов пшеницы находилась в пределах от 72 до 103 дней. Выделены источники скороспелости для практической селекции со средней продолжительностью вегетационного периода 72–75 дней: Dian 81 V-418 (Китай); Calispero (Франция); KWS 240-3-13 (Германия); Libertina, Odeta, Китри (Чехия); Исеть 45, Нерда, Челяба ранняя (Россия).

Установлено, что посевы яровой мягкой пшеницы в условиях Хабаровского края способны формировать высокую продуктивность зерна. Максимальная урожайность отмечена у сорта Eleganza (Франция) – 85,0 ц/га (таблица). По урожайности зерна выделены образцы Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (Китай); Voett (Швеция); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Германия); Любава, Ласка, Сударыня (Беларусь); Йолдыз, Аль Варис (Татарстан); Китри, Odeta (Чехия); Calispero, Eleganza, Cornetto (Франция); Сибирская 24, Исеть 45, Гренада, Клара, Калинка, Нерда, Старт, Бурлак, ОмГАУ 100, Тулайковская 116 (Россия), прибавка к стандартному сорту Хабаровчанка составила 1,3–15,2 ц/га.

Масса 1 000 зерен – сильно изменчивый признак качества зерна и зависит от условий возделывания. В благоприятных условиях сорт Кинельская волна (Россия) отличался максимальной крупностью зерна – 55,3 г. Наибольшее значение данного признака, превышая стандартный сорт, сформировали генотипы пшеницы FAO 26.415 (Афганистан); Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (Китай); Хаят, Йолдыз, Буляк, Аль Варис (Татарстан); Libertina, Odeta, Китри (Чехия); Cornetto (Франция); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Германия); Сибирская 24, Гренада, Клара, Калинка, Нерда, Старт, Бурлак, Экада 214, Столыпская 2, ОмГАУ 100, Омская юбилейная, Ботаническая 81, Тулайковская 116, Кинельская волна, Ирень 2 (Россия).

Общеизвестно, что устойчивость растений к полеганию зависит от различных факторов: климатические условия окружающей среды, высота растений, анатомические и морфологические особенности строения стеблей, и других. Установлено, что большинство коллекционных образцов пшеницы относятся к низкорослым (90–100 см) и среднерослым (100–110 см). В условиях избыточного переувлажнения в период налива и созревания семян сорта характеризовались средним полеганием растений (6–7 баллов), выделен только один генотип Voett (Швеция) с высокой устойчивостью к полеганию (8 баллов).

Таблица

**Характеристика коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы  
в условиях Хабаровского края (2018–2020 гг.)**

№ ВПР	Сорт	Происхождение	Урожайность, ц/га		Масса 1 000 зерен, г		Устойчивость к полеганию, балл
			X	max	X	max	
64108	Хабаровчанка (стандарт)	РФ	37,3	48,4	34,7	37,0	6
66450	FAO 26.415	Афганистан	28,4	53,8	38,9	42,7	4
66442	Сибирская 24	Россия	52,5	75,6	35,7	37,5	6
66440	Chi Mai 1	Китай	31,1	60,0	39,3	46,6	6
66439	Dian 81 V-418	Китай	29,5	50,0	40,1	40,8	6
66422	Любава	Беларусь	48,5	74,0	34,2	38,9	7
66421	Ласка	Беларусь	43,4	68,4	29,1	31,4	7
66412	Хаят	Татарстан	23,3	38,8	37,8	45,7	6
66411	Йолдыз	Татарстан	41,1	66,8	38,2	42,3	6
66408	Исеть 45	Россия	46,2	62,6	32,8	33,6	6
66407	Сударыня	Беларусь	40,7	57,6	32,5	35,5	6
66401	Libertina	Чехия	34,1	48,2	35,4	42,7	7
66400	Китри	Чехия	40,6	56,6	36,4	42,1	6
66399	Гренада	Россия	44,7	54,6	36,3	38,9	7
66398	Клара	Россия	44,4	59,0	36,2	38,2	7
66397	Калинка	Россия	40,1	50,6	36,1	36,7	7
66396	Нерда	Россия	42,0	55,0	36,9	40,5	6
66395	Старт	Россия	49,3	64,8	35,9	38,2	6
66394	Odeta	Чехия	43,9	76,6	35,7	41,2	6
66393	Calispero	Франция	48,1	67,6	32,8	35,0	7
66392	Eleganza	Франция	50,7	85,0	31,0	35,4	6
66390	Бурлак	Россия	48,5	75,6	37,4	43,1	6
66389	Экада 214	Россия	28,5	59,0	37,6	40,5	6
66388	Столыпинская 2	Россия	31,2	45,6	39,3	46,5	6
66387	ОмГАУ 100	Россия	43,2	58,4	36,5	40,3	6
66378	Омская юбилейная	Россия	51,1	65,6	39,6	40,9	7
66376	Cornetto	Франция	44,7	59,6	40,1	44,0	6
66375	KWS 240-3-13	Германия	38,8	51,0	40,7	44,0	7
66374	KWS Jetstream	Германия	45,9	69,6	38,2	44,7	7
66353	Voett	Швеция	38,6	56,0	34,4	36,8	8
66351	Ботаническая 81	Россия	30,1	41,4	46,7	50,0	6
66349	Буляк	Татарстан	24,5	37,6	36,5	36,7	6
66348	Аль Варис	Татарстан	39,6	51,4	35,1	37,7	6
66347	Тулайковская 116	Россия	42,1	58,6	35,1	36,3	5
66274	Кинельская волна	Россия	16,1	19,0	41,1	55,3	6
66272	Ирень 2	Россия	29,3	34,0	39,1	40,3	7
66271	Тюменочка	Россия	35,2	50,2	35,7	38,2	6
66268	Челяба ранняя	Россия	28,4	52,8	39,4	42,6	6

**Заключение.** В результате сравнительной оценки коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы в Хабаровском крае выделены образцы, представляющие интерес для дальнейшей селекционной работы:

1. Скороспелые (7275 дней) – Dian 81 V-418 (Китай); Calispero (Франция); KWS 240-3-13 (Германия); Libertina, Odeta, Китри (Чехия); Исеть 45, Нерда, Челябинская ранняя (Россия).

2. С высокой урожайностью зерна (38,3–52,2 ц/га) – Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (Китай); Voett (Швеция); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Германия); Любава, Ласка, Сударыня (Беларусь); Йолдыз, Аль Варис (Татарстан); Китри, Odeta (Чехия); Calispero, Eleganza, Cornetto (Фран-

ция); Сибирская 24, Исеть 45, Гренада, Клара, Калинка, Нерда, Старт, Бурлак, ОмГАУ 100, Тулайковская 116 (Россия)

3. С высокими значениями массы 1 000 зерен (35,1–46,7 г) – FAO 26.415 (Афганистан); Chi Mai 1, Dian 81 V-418 (Китай); Хаят, Йолдыз, Буляк, Аль Варис (Татарстан); Libertina, Odeta, Китри (Чехия); Cornetto (Франция); KWS 240-3-13, KWS Jetstream (Германия); Сибирская 24, Гренада, Клара, Калинка, Нерда, Старт, Бурлак, Экада 214, Столыпинская 2, ОмГАУ 100, Омская юбилейная, Ботаническая 81, Тулайковская 116, Кинельская волна, Ирень 2 (Россия).

4. С высокой устойчивостью к полеганию (8 баллов) – Voett (Швеция).

### Список литературы

1. Бойко, Н. И. Генетический контроль массы 1 000 зерен у сортов пшеницы мягкой яровой с контрастным проявлением признака / Н. И. Бойко, В. В. Пискарев // Научные исследования молодых ученых для АПК Сибири, Дальнего Востока и Казахстана : матер. научн.-практ. конф. – Санкт-Петербург : Азбука, 2019. – С. 18–26.

2. Демина, И. Ф. Результаты изучения коллекционных образцов пшеницы мягкой яровой в условиях Среднего Поволжья / И. Ф. Демина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – Т. 21. – № 6. – С. 653–659.

3. Долинный, Ю. Ю. Зерновая продуктивность исходного материала яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана / Ю. Ю. Долинный, К. К. Абдуллаев, Э. И. Фердерер // Наука и мир. – 2019. – Т. 1. – № 10. – С. 29–32.

4. Емельянова, А. А. Оценка сортов и линий мягкой яровой пшеницы в питомнике конкурсного сортоиспытания Курского НИИ АПП / А. А. Емельянова, Е. В. Логвинова, В. Т. Новикова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 8. – С. 105–109.

5. Ильина, С. В. Исходный материал для селекции яровой пшеницы в условиях Чувашской республики / С. В. Ильина, И. Ю. Иванова // Международный научный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – Т. 1. – № 3. – С. 30–39.

6. Методические указания по изучению мировой коллекции пшеницы. – Ленинград : ВИР, 1973. – 33 с.

7. Никитина, В. И. Зависимость продолжительности вегетационного периода сортов яровой мягкой пшеницы от пункта возделывания / В. И. Никитина // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 5. – С. 43–49.

8. Поляков, М. В. Сравнительная оценка продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья / М. В. Поляков, Р. И. Белкина // Агропродовольственная политика России. – 2020. – № 3. – С. 27–31.

9. Титова, Е. М. Агроэкологические аспекты повышения урожайности яровой пшеницы / Е. М. Титова, М. А. Внукова // Russian agricultural science review. – 2015. – Т. 6. – № 6. – С. 153–157.

10. Фадеева, И. Д. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на севере Среднего Поволжья / И. Д. Фадеева, И. Н. Газизов, А. Г. Хакимова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 181. – № 4. – С. 71–82.

### References

1. Bojko, N. I., Piskarev, V. V. Geneticheskij kontrol' massy 1 000 zeren u sortov pshenicy myagkoj yarovoj s kontrastnym proyavleniem priznaka (Genetic control of 1 000 grain weight in bread spring wheat varieties with a contrasting manifestation of the trait), Nauchnye issledovaniya molodyh uchenyh dlya APK Sibiri, Dal'nego Vostoka i Kazahstana: mat. nauch.-prakt. konf, Sankt-Petersburg, Azbuka, 2019, PP. 18–26.

2. Demina, I. F. Rezul'taty izucheniya kollekcionnyh obrazcov pshenicy myagkoj yarovoj v usloviyah Srednego Povolzh'ya (Results of the study of collection samples of soft spring wheat in the conditions of the Middle Volga region), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2020, Vol. 21, No 6, PP. 653–659.

3. Dolinnyj, Y. Y., Abdullaev, K. K., Ferderer, E. I. Zernovaya produktivnost' iskhodnogo materiala yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Severnogo Kazahstana (Grain productivity of the initial material of spring bread wheat in the conditions of Northern Kazakhstan), Nauka i mir, 2019, Vol. 1, No 10, PP. 29–32.

4. Emelyanova, A. A., Logvinova, E. V., Novikova, V. T. Ocenka sortov i linij myagkoj yarovoj pshenicy v pitomnike konkursnogo sortoispytaniya Kurskogo NI APP (Evaluation of varieties and lines of spring bread wheat in the nursery of competitive variety testing of the Kursk Research Institute of the AIE), Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2018, No 8, PP. 105–109.

5. Ilina, S. V., Ivanova, I. Y. Iskhodnyj material dlya selekcii yarovoj pshenicy v usloviyah CHuvashskoj respubliki (Initial material for the selection of spring wheat in the Chuvash Republic), Mezhdunarodnyj nauchnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal, 2018, Vol. 1, No 3, PP. 30–39.

6. Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoj kollekcii pshenicy (Guidelines for the study of the world wheat collection), Leningrad, VIR, 1973, 33 p.

7. Nikitina, V. I. Zavisimost' prodolzhitel'nosti vegetacionnogo perioda sortov yarovoj myagkoj pshenicy ot punkta vzdelyvaniya (Dependence of the duration of the growing season of spring bread wheat varieties on the point of cultivation), Vestnik KrasGAU, 2019, No 5, PP. 43–49.

8. Polyakov, M.V., Belkina, R.I. Sravnitel'naya ocenka produktivnosti sortov yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Severnogo Zaural'ya (Comparative assessment of the productivity of spring bread wheat varieties in the Northern Trans-Urals), Agroprodovol'stvennaya politika Rossii, 2020, No 3, PP. 27–31.

9. Titova, E.M., Vnukova, M.A. Agroekologicheskie aspekty povysheniya urozhajnosti yarovoj pshenicy (Agroecological aspects of increasing the yield of spring wheat), Russian agricultural science review, 2015, Vol. 6, No 6, PP. 153–157.

10. Fadeeva, I.D., Gazizov, I.N., Hakimova, A.G. Iskhodnyj material dlya selekcii ozimoi myagkoj pshenicy na severe Srednego Povolzh'ya (Initial material for breeding winter bread wheat in the north of the Middle Volga region), Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 2020, Vol. 181, No 4, PP. 71–82.

© Зенкина К. В., Асеева Т. А., Ломакина И. В., 2021

Статья поступила в редакцию 22.03.2021; одобрена после рецензирования 07.04.2021; принята к публикации 04.08.2021.

The article was submitted 22.03.2021; approved after reviewing 07.04.2021; accepted for publication 04.08.2021.

### **Информация об авторах**

**Зенкина Кристина Владимировна**, младший научный сотрудник лаборатории селекции зерновых колосовых культур; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; e-mail: polosataya-zebra@mail.ru;

**Асеева Татьяна Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук, главный научный сотрудник Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; e-mail: aseeva59@mail.ru;

**Ломакина Ирина Викторовна**, старший научный сотрудник отдела селекции зерновых культур; ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства; e-mail: dvniiish\_delo@mail.ru.

### **Information about authors**

**Kristina V. Zenkina**, Junior Researcher; Cereals Crops Breeding laboratory; Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute; e-mail: polosataya-zebra@mail.ru;

**Tatiana A. Aseeva**, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the RAS, Chief Researcher; Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute; e-mail: aseeva59@mail.ru;

**Irina V. Lomakina**, Senior Researcher; Cereals Crops Breeding Laboratory; Khabarovsk Federal Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Far Eastern Agricultural Research Institute; e-mail: dvniiish\_delo@mail.ru.

УДК 633.11+631.527

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-19-27

### Эффективность использования сортов различного эколого-географического происхождения в селекции яровой пшеницы в Амурской области

Лариса Николаевна Мищенко<sup>1</sup>, Михаил Васильевич Терёхин<sup>2</sup>,  
Николай Михайлович Терёхин<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область,  
Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> Laridass2@mail.ru

**Аннотация.** Создание новых сортов является одним из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. С целью получения максимального разнообразия генетического материала в процессе гибридизации для последующего испытания и отбора в условиях Амурской области в научно-исследовательской лаборатории селекции зерновых культур Дальневосточного ГАУ используются сорта, выведенные в селекционных учреждениях различных стран и континентов. Целью нашей работы являлось выявить страны и регионы, сорта из которых дают наибольшее количество полезных гибридов для селекции яровой пшеницы в условиях Амурской области. Проанализирован большой объем селекционного материала, испытывавшегося с 2007 по 2019 год – с года получения гибридов первого поколения и до испытания линий и сортообразцов в высших селекционных питомниках (контрольном питомнике, питомнике предварительного сортоиспытания, а также в питомнике конкурсного сортоиспытания). Материалом для исследований были сорта из коллекции, гибриды, линии и сортообразцы яровой пшеницы. Изучено 518 сортов отечественной и зарубежной селекции и 259 селекционных линий, созданных на их основе. На основе проведенных исследований можно предположить, что для условий Амурской области наиболее перспективными являются отечественные сорта. Они чаще зарубежных отбираются по хозяйственно-биологическим показателям в гибридизацию, с их участием создается до 70 % селекционных линий и сортообразцов. Из стран ближнего зарубежья наибольший интерес представляют сорта украинской селекции. Зарубежные сорта вдвое реже отбираются для гибридизации и втрое меньше остаются в высших селекционных питомниках. Наибольший интерес представляют сорта из Китая.

**Ключевые слова:** сорта зерновых культур, яровая пшеница, гибридизация, линия, родительские формы, отбор

**Для цитирования:** Мищенко А. В., Терёхин М. В., Терёхин Н. М. Эффективность использования сортов различного эколого-географического происхождения в селекции яровой пшеницы в Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 19–27.

### Use efficiency of different ecological and geographical origin varieties in spring wheat breeding in the Amur region

Larisa N. Mishchenko<sup>1</sup>, Mikhail V. Teryokhin<sup>2</sup>, Nikolai M. Teryokhin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> Laridass2@mail.ru

**Abstract.** The creation of new varieties is one of the factors of increasing the productivity of agricultural crops. The varieties created in breeding organizations of various countries are used in the Scientific Research Laboratory of the Grain Crop Selection of the Far Eastern State Agrarian University in order to obtain the maximum diversity of genetic material in the process of hybridization for subsequent testing and selection in the conditions of the Amur Region. The purpose of our work was to identify the countries and regions, the varieties of which give the greatest number

of useful hybrids for the selection of spring wheat in the conditions of the Amur region. A large selection material was analyzed that was tested from 2007 to 2019 – from the year when the first generation hybrids were created till the testing of lines and varieties in higher-breeding nurseries (control nursery, preliminary variety testing nursery and competitive variety testing nursery). The material for research was varieties from the collection, hybrids and lines of spring wheat. 518 varieties of domestic and foreign selection and 259 lines created on their basis had been studied. Based on the research carried out, it can be assumed that domestic varieties are the most promising for the conditions of the Amur Region. The domestic varieties are more often selected for hybridization than foreign ones according to their indicators. Till 70 % of lines and variety samples are created with domestic varieties' participation. Among the near abroad countries, the varieties of Ukrainian selection are of the greatest interest. The foreign varieties are selected for hybridization half as often and remain in higher breeding nurseries three times less. The varieties from China are of the greatest interest.

**Keywords:** variety, spring wheat, hybridization, line, parent farms, selection

**For citation:** Mishchenko L. N., Teryokhin M. V., Teryokhin N. M. Use efficiency of different ecological and geographical origin varieties in spring wheat breeding in the Amur region. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 19–27.

Создание новых сортов является одним из факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Считается, что наибольший эффект дает скрещивание отдаленных эколого-географических форм растений. С целью получения максимального разнообразия генетического материала в процессе гибридизации для последующего испытания и отбора в условиях Амурской области в лаборатории НИЛСЗК (научно-исследовательская лаборатория селекции зерновых культур) используются сорта, выведенные в селекционных учреждениях различных стран и континентов. В настоящее время количество сортов яровой пшеницы чрезвычайно велико и разнообразно [3].

Целью исследований было выявление стран и регионов, сорта из которых дают наибольшее количество полезных гибридов для селекционной работы на основе многолетнего изучения результатов гибридизации.

**Материалы и методы исследований.** Нами проанализирован большой объем селекционного материала, испытывавшийся в севообороте НИЛСЗК с 2007 по 2019 годы – с года получения гибридов первого поколения и до испытания линий и сортообразцов в высших селекционных питомниках (контрольном, предварительного сортоиспытания и конкурсном).

Материалом для исследований были сорта из коллекции, гибриды, селекционные линии и сортообразцы яровой пшеницы. Коллекционные сорта высевались

по Методическим указаниям ВИР [5], селекционные линии и сортообразцы по методике Государственного сортоиспытания [4]. Посев проводился в оптимальные агротехнические сроки в третьей декаде апреля, уборка по мере созревания в первой декаде августа [1]. Коллекционные сорта, гибриды и линии убирались вручную, образцы в высших селекционных питомниках – комбайном Сампо-130.

Для изучения был взят селекционный материал, созданный с 2007 по 2013 годы, и в настоящее время испытывающийся в контрольном, конкурсном и питомнике предварительного сортоиспытания. Было проанализировано, сколько сортов из разных стран и регионов находилось в это время в коллекции на изучении, сколько из них было использовано в гибридизации, а также – сколько сортообразцов на их основе дошли до высших селекционных питомников и количество линий, у которых эти сорта составляют материнскую или отцовскую основу.

**Результаты исследований.** В коллекции с 2007 по 2013 годы ежегодно изучались от 227 до 329 сортов, полученных из ВИР и других селекционных учреждений. На протяжении трех – четырех лет сорта изучали по ряду признаков (продуктивность, устойчивость к болезням, продолжительность вегетационного периода, по биометрическим показателям) [2], и лучшие образцы использовали как материнские или отцовские формы при гибридизации. Всего за семь лет изучено 518 сортов отечественной и зарубежной

**Таблица 1**  
**Состав коллекции, количество сортов, взятых в гибридизацию (2007–2013 гг.) и количество линий на их основе в высших селекционных питомниках (2019 г.)**

Регион мира	Количество сортов, изученных в коллекции		Количество сортов, взятых в гибридизацию		Количество сортов-родительских форм в высших селекционных питомниках		Процент отбора, %	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	от коллекции	от взятых в гибридизацию
Россия	267	51,5	41	55,4	27	64,3	10,1	65,9
Ближнее зарубежье	31	6,0	10	13,5	5	11,9	16,1	50,0
Зарубежные страны	220	42,5	23	31,1	10	23,8	4,5	43,5
Итого	518	100	74	100	42	100	8,1	56,8

селекции, из которых 51,5 %, то есть половину, составляли отечественные сорта, 42,5 % – зарубежные и 6,0 % – сорта из ближнего зарубежья (Украина, Беларусь и Казахстан) (табл. 1).

По результатам всестороннего анализа хозяйственно-биологических показателей сортов в качестве родительских форм в гибридизацию были взяты 74 сорта, из которых доля отечественных составляла более половины (55,4 %). Анализ образцов в высших селекционных питомниках показал, что 64,3 % сортообразцов имеют в качестве обоих или одного из родителей сорт отечественной селекции, тогда как сорта из ближнего зарубежья входят в геном только 11,9 % образцов, а иностранные сорта – 23,8 %.

Отечественных сортов в коллекции было лишь на 3 % больше, чем зарубежных. В гибридизацию было допущено на 10,8 % больше отечественных сортов, чем сортов иностранной селекции, в том числе из бывших республик СССР. В итоге, в высших селекционных питомниках отечественных сортов, внесших свой вклад в геном гибридов, было больше на 28,6%, чем остальных сортов.

Если проанализировать количество линий, созданных на основе сортов различного происхождения, то из изучающихся в настоящее время образцов почти 70 % – это формы, имеющие в своей основе один или оба отечественных сорта. При этом следует заметить, что до 80 % образцов материнской формой имеют сорта отечественной селекции (табл. 2).

Поскольку на основе отечественных сортов создано наибольшее количество

линий и перспективных номеров, важно было изучить, какие именно регионы России являются наиболее перспективными в плане изучения их сортов и включения этих образцов в гибридизацию. Как видно из таблицы 3, основную массу сортов в коллекции представляли сорта из Восточной Сибири (116 образцов или 43,4 %) и европейской части РФ (85 образцов или 31,9 %). После изучения образцов в гибридизацию были взяты 50 % местных, дальневосточных сортов, 20,7 % сортов из Восточной Сибири, 10,4 % – из Западной Сибири и только 3,5 % сортов из европейской части РФ. До высших селекционных питомников дошли 88,9 % образцов с участием дальневосточных сортов от количества проведенных с ними скрещиваний. Из скрещиваний с участием сортов из Восточной Сибири в высших селекционных питомниках остались 70,8 % сортообразцов. Из гибридов, созданных с участием западносибирских образцов, сохранилось только 40 % из созданных, а формы с участием сортов из европейской части России были выбракованы в процессе отбора.

По количеству линий, созданных на основе сортов из разных регионов России, лидируют сорта из Восточной Сибири – 112 образцов или 61,9 % номеров. Линии, имеющие в своей основе дальневосточные сорта, составляют 33,7 % образцов. Сорта Западной Сибири дали всего 2,8 % форм, а линий с участием сортов из европейской части России в процессе отбора не сохранилось (табл. 4).

**Таблица 2**  
**Количество линий, созданных на основе сортов из различных регионов мира**

Регион мира	Общее количество		Материнская форма		Отцовская форма	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Россия	181	69,9	112	80,0	69	58,0
Ближнее зарубежье	38	14,7	9	6,4	29	24,4
Зарубежные страны	40	15,4	19	13,6	21	17,6
Итого	259	100	140	100	119	100

**Таблица 3**  
**Состав коллекции, количество сортов российской селекции, взятых в гибридизацию (2007–2013 гг.) и количество линий на их основе в высших селекционных питомниках (2019 г.)**

Регион происхождения сортов	Количество сортов, изученных в коллекции		Количество сортов, взятых в гибридизацию		Количество сортов-родительских форм в высших селекционных питомниках		Процент отбора, %	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	от коллекции	от взятых в гибридизацию
Дальний Восток	18	6,7	9	22,0	8	29,6	50,0	88,9
Восточная Сибирь	116	43,4	24	58,5	17	63,0	20,7	70,8
Западная Сибирь	48	18,0	5	12,2	2	7,4	10,4	40,0
Европейская часть России	85	31,9	3	7,3	0	0	3,5	0,0
Итого	267	100	41	100	27	100	15,4	65,9

**Таблица 4**  
**Количество линий, созданных на основе сортов из различных регионов России**

Регион происхождения сортов	Общее количество		Материнская форма		Отцовская форма	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Дальний Восток	61	33,7	34	30,3	27	39,1
Восточная Сибирь	112	61,9	74	66,1	38	55,0
Западная Сибирь	5	2,8	3	2,7	2	2,9
Европейская часть России	0	0	0	0	0	0
Итого	181	100	112	100	69	100

Сорта ближнего зарубежья (Украина, Белоруссия, Казахстан) выделены в особую группу, поскольку в советское время селекционные учреждения этих стран были тесно взаимосвязаны между собой. Из изученных 31 сорта наибольшее количество было из Украины (14 сортов) и Казахстана (12 сортов). Из 10 сортов, взятых в гибридизацию, половину составляли украинские сорта, остальные два из Белоруссии и три из Казахстана (табл. 5).

В процессе отбора остались образцы, содержащие генетический материал трех украинских сортов и по одному сорту из Белоруссии и Казахстана. Процент отбора составил по 20 % от сортов, представленных в коллекции. Наибольший процент отбора от взятых в гибридизацию был у украинских сортов (60 %), несколько меньше (50 %) – у белорусских и 33 % – у сортов казахстанской селекции.

На основе сортов из ближнего зарубежья было создано 38 линий и сортообразцов. Наибольшее количество линий дали сорта из Украины (47 %) и Белоруссии (39 %), и только 13,1 % – сорта из Ка-

захстана (табл. 6). При этом большинство линий в качестве материнского имело генетический материал украинских сортов (Харьковская 22, Харьковская 34, Элегия Мироновская) (77,8 %), а наиболее частым опылителем был единственный белорусский сорт Дарья (44,8 %). Сорт из Казахстана Актюбинка остался лишь как отцовская форма в 17,2 % линий.

В коллекции с 2007 по 2013 годы были изучены 220 сортов из 28 стран, с четырех континентов – Евразии, Северной и Южной Америки и Австралии. По итогам изучения 165 сортов из 11 стран были взяты в качестве родительских форм в гибридизацию (табл. 7). Остальные 55 сортов из 17 стран оказались мало приспособленными к местным условиям, показали неудовлетворительные результаты и были выбракованы в процессе изучения.

Наибольшее количество сортов зарубежной селекции, изученных за 13 лет, было из Китая – 39 образцов (17,7 %), Канады – 33 образца (15 %) и США – 21 образец (9,5 %). Были изучены также 17 со-

**Таблица 5**  
**Состав коллекции, количество сортов из ближнего зарубежья, взятых в гибридизацию (2007–2013 гг.) и количество линий на их основе в высших селекционных питомниках (2019 г.)**

Страна	Количество сортов, изученных в коллекции		Количество сортов, взятых в гибридизацию		Количество сортов-родительских форм в высших селекционных питомниках		Процент отбора, %	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	от коллекции	от взятых в гибридизацию
Украина	14	45,2	5	50	3	60	21,4	60
Белоруссия	5	16,1	2	20	1	20	20	50
Казахстан	12	38,7	3	30	1	20	20	33
Итого	31	100	10	100	5	100	16,7	50

**Таблица 6**  
**Количество линий, созданных на основе сортов из стран ближнего зарубежья**

Страна	Общее количество		Материнская форма		Отцовская форма	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Украина	18	47,4	7	77,8	11	37,9
Белоруссия	15	39,5	2	22,2	13	44,8
Казахстан	5	13,1	0	0	5	17,2
Итого	38	100	9	100	29	100

Таблица 7

**Состав коллекции, количество сортов из зарубежных стран, взятых в гибридизацию (2007–2013 гг.) и количество линий на их основе в высших селекционных питомниках (2019 г.)**

Регион, страна	Количество сортов, изученных в коллекции		Количество сортов, взятых в гибридизацию		Количество сортов-родительских форм в высших селекционных питомниках		Процент отбора, %	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	от коллекции	от взятых в гибридизацию
<b>Азия:</b>								
КНР	39	17,7	8	34,8	7	60	15,4	75,0
Япония	8	3,6	1	4,3	0	0	0	0
<b>Итого</b>	<b>47</b>	<b>21,4</b>	<b>9</b>	<b>39,1</b>	<b>6</b>	<b>60</b>	<b>15,4</b>	<b>75,0</b>
<b>Европа:</b>								
Швеция	8	3,6	1	4,3	1	10	12,5	100
Италия	2	0,9	2	8,7	0	0	0	0
Польша	7	3,2	2	8,7	0	0	0	0
Чехословакия	6	2,7	1	4,3	1	10	16,7	100
<b>Итого</b>	<b>23</b>	<b>10,5</b>	<b>6</b>	<b>26,1</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>8,7</b>	<b>33,3</b>
<b>Северная Америка:</b>								
США	21	9,5	2	8,7	1	10	4,8	50,0
Мексика	17	7,7	1	4,3	1	10	5,9	100
Канада	33	15,0	2	8,7	0	0	0	0
<b>Итого</b>	<b>71</b>	<b>32,3</b>	<b>5</b>	<b>21,7</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>2,8</b>	<b>40,0</b>
<b>Южная Америка</b>								
Аргентина	9	4,1	1	4,3	0	0	0	0
<b>Австралия</b>	<b>15</b>	<b>6,8</b>	<b>2</b>	<b>8,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Итого</b>	<b>165</b>	<b>75,0</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>6,1</b>	<b>43,5</b>
Сорта из стран, не допущенных к гибридизации*	<b>55</b>	<b>25,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Итого</b>	<b>220</b>	<b>100</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>–</b>

Примечание: \* Монголия (1 сорт), Индия (1 сорт), Непал (2 сорта), Южная Корея (1 сорт), Вьетнам (1 сорт), Германия (17 сортов), Нидерланды (5 сортов), Бразилия (4 сорта), Перу (1 сорт), Австрия (4 сорта), Сирия (5 сортов), ЮАР (2 сорта), Алжир (1 сорт), Тунис (1 сорт), Греция (1 сорт), Эстония (4 сорта), Сербия (3 сорта).

ртов из Германии, однако ни один из них не был взят в гибридизацию.

Доля остальных сортов в общем объеме была менее 10 % (табл.7). В целом наибольшее количество сортов было азиатского (21,4 %) и североамериканского (32,3 %) происхождения.

В результате оценки сортов в условиях Амурской области были отобраны 8 сортов китайской селекции, по два сорта из Италии, Польши, США, Канады и Австралии, а также по одному сорту из Японии, Швеции, Чехословакии, Аргентины и Мексики. Из 220 сортов зарубежной се-

лекции достаточно приспособленными к сложным природно-климатическим условиям Амурской области оказались лишь 23 сорта или 10,5 % от количества изученных образцов.

В процессе многолетнего изучения и отбора остались линии, созданные на основе 11 сортов, 7 из которых были потомками китайских сортов (Long 5501, Long Fu11, Ke Feng 11, Long 4083, Long 98-4723, Long 98-5582, Long 94-4081) и по одному сорту из Швеции (Zunnan), Чехословакии (Leguan), США (Jo 08429-1) и Мексики (Roller) (табл. 8).

Максимальное количество линий (76,3 %) было получено с использованием китайских сортов, причем в 93,3 % случаев они выступали в качестве материнской формы, и только у одной линии в качестве опылителей. Чехословацкий сорт Leguan

был материнской формой у двух линий и опылителем – у четырех. Остальные сорта из Швеции, США и Мексики дали при опылении ими три линии.

Из таблицы 9 видно, что 70,4 % линий созданы на основе отечественных сортов. При этом они являются материнскими формами у 74,1 % форм и в 65,1 % случаев – отцовской. То есть оба родителя могут быть отечественной селекции. Линий, созданных на основе зарубежных сортов и сортов из стран бывшего СССР, получено по 38 штук (по 14,8 %). В сумме такие линии составили 29,6 % от общего количества линий. При этом в 19,9 % материнскими формами были зарубежные сорта и только в 7,5 % – отцовскими. Сорта из ближнего зарубежья в большинстве случаев были опылителями – 27,4 %.

**Таблица 8**  
**Количество линий, созданных на основе сортов из зарубежных стран**

Страна	Общее количество		Материнская форма		Отцовская форма	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Китай	29	76,3	28	93,3	1	12,5
Швеция	1	2,6	0	0	1	12,5
Чехословакия	6	15,9	2	6,7	4	50,0
США	1	2,6	0	0	1	12,5
Мексика	1	2,6	0	0	1	12,5
Итого	38	100	30	100	8	100

**Таблица 9**  
**Количество линий, созданных на основе сортов из различных регионов мира**

Страна	Общее количество		Материнская форма		Отцовская форма	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Россия	181	70,4	112	74,1	69	65,1
Ближнее зарубежье	38	14,8	9	6,0	29	27,4
Зарубежные страны	38	14,8	30	19,9	8	7,5
Итого	257	100	151	100	106	100

На основе изложенного можно предположить, что для условий Амурской области наиболее перспективными являются отечественные сорта. Они чаще зарубежных отбираются по хозяйственно-биологическим показателям в гибридизацию (55,4 %), линии и сортообразцы на их основе в большем количестве проходят браковку в питомниках (64,3 %), с их участием создается до 70 % линий и сортообразцов, у 80 % линий они являются материнскими формами. Из всех регионов России наиболее продуктивными в качестве родительских форм являются сорта, созданные в селекцентрах Дальнего Востока и Восточной Сибири. Процент отбора из гибридных популяций с этими сортами составляет 71–89 %.

Из стран ближнего зарубежья наибольший интерес представляют сорта украинской селекции – процент отбора

из гибридных популяций по сравнению с гибридами на основе белорусских и казахстанских сортов составляет до 60 %. Они же дают и наибольшее количество ценных линий и сортообразцов. Что касается зарубежных сортов, то при примерно равном их количестве в коллекции с отечественными, в гибридизацию их поступило вдвое меньше, чем российских, а до высших питомников линий и образцов на их основе дошло втрое меньше.

Таким образом, наиболее перспективным исходным материалом для селекции яровой пшеницы в Амурской области из отечественных являются сорта дальневосточной и восточносибирской селекции. Из стран ближнего зарубежья наибольший интерес представляют украинские сорта, а из сортов иностранного производства – сорта из Китая.

### Список литературы

1. Беляков, И. И. Агротехника важнейших зерновых культур / И. И. Беляков. – Москва : Высшая школа, 1983. – 207 с.
2. Корнев, Г. В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г. В. Корнев. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Колос, 1983. – 511 с.
3. Мартынов, С. П. Анализ генетического разнообразия пшеницы с помощью информационно-аналитической системы генетических ресурсов GRIS / С. П. Мартынов, Т. В. Добротворская // Генетика. – 2000. - Т. 36. – № 2. – С. 195–202.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Вып. 2. – Зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – Москва : Колос, 1971. – 239 с.
5. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале : методические указания. – Санкт-Петербург, ВИР, 1999. – 98 с.

### References

1. Beliakov, I. I. Agrotekhnika vazhneishikh zernovykh kul'tur (Agricultural technology of the most important grain crops), Moscow, Vysshaya shkola, 1983, 207 p.
2. Korenev, G. V. Rastenievodstvo s osnovami seleksii i semenovodstva (Plant growing with the basics of selection and seed production), 2-e izd., dop. i pererab., Moscow, Kolos, 1983, 511 p.
3. Martynov, S. P., Dobrotvorskaia, T. V. Analiz geneticheskogo raznoobraziiia pshenitsy s pomoshch'iu informatsionno-analiticheskoi sistemy geneticheskikh resursov GRIS (Analysis of

wheat genetic diversity using the information and analytical system of genetic resources GRIS), Genetika, 2000, T. 36, No 2, PP. 195–202.

4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia sel'skokhoziaistvennykh kul'tur, Vyp. 2, Zernovye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury. (Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops, Iss. 2. Cereals, legumes, maize and forage crops), Moscow, Kolos, 1971, 239 p.

5. Popolnenie, sokhranenie v zhivom vide i izuchenie mirovoi kollektzii pshenitsy, egilopsa i tritikale. Metodicheskie ukazaniia (Replenishment, preservation and study of the world collection of wheat, aegilops and triticale. Methodical instructions), Cankt-Petersburg, VIR, 1999, 98 p.

© Мищенко Л. Н., Терёхин М. В., Терёхин Н. М., 2021

Статья поступила в редакцию 16.05.2021; одобрена после рецензирования 11.06.2021; принята к публикации 26.08.2021.

The article was submitted 16.05.2021; approved after reviewing 11.06.2021; accepted for publication 26.08.2021.

#### **Информация об авторах**

**Мищенко Лариса Николаевна**, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, e-mail: Laridass2@mail.ru.

**Терёхин Михаил Васильевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск.

**Терёхин Николай Михайлович**, агроном, Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск.

#### **Information about authors**

**Larisa N. Mishchenko**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia, e-mail: Laridass2@mail.ru.

**Mikhail V. Teryokhin**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia.

**Nikolai M. Teryokhin**, Agronomist, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia.

**ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ****VETERINARY AND ANIMAL BREEDING**

УДК 614.9+599.742.1

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-28-36

**Лечебно-профилактический комплекс «ДЛК» как приоритетный фактор воздействия на площадь и массу шкурок песцов серебристых при токсаскариозе****Андрей Петрович Коновалов<sup>1</sup>, Фёдор Иванович Василевич<sup>2</sup>,  
Наталья Николаевна Шумилина<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия<sup>1</sup> andrei171283@mail.ru, <sup>2</sup> f-vasilevich@inbox.ru, <sup>3</sup> shumilina51@mail.ru

**Аннотация.** Изучено влияние нового лечебно-профилактического комплекса «ДЛК» (диронет, лактобифадол, кератин) на площадь и массу шкурок серебристых песцов клеточного разведения, при спонтанном инвазировании нематодами *Toxascaris leonina*. Исследования проводили на убойном молодняке – серебристые песцы (самцы в возрасте 1,5–2 месяца и выбракованные самки основного стада в возрасте 5–7 лет), разводимые в условиях ООО «Звероводческое племенное хозяйство «Вятка» Кировской области. Были сформированы 7 групп (самцы) и 4 группы (самки). Звери опытных групп 6 и 7 получали дополнительно с рационом «ДЛК», первая группа контрольных зверей не была инвазирована, вторая группа состояла из инвазированных зверей. После созревания зимнего волосяного покрова (ноябрь) зверей убивали и после первичной обработки шкурок определяли их площадь и массу, рассчитывали экономическую эффективность. Было установлено положительное влияние «ДЛК» на площадь шкурок – в опытных группах самцов (5, 6) площадь была выше на 9,2 %, а в четвертой опытной группе самок – на 1,5 % в сравнении с контролем. Масса пресно-сухих шкурок этих же групп достоверной разницы не имела в сравнении с первой контрольной группой. Экономический эффект составил у самцов в пятой опытной группе + 10 875,3 руб., в шестой опытной группе + 10 834,6 руб. и у самок в четвертой опытной группе + 375,2 руб. в сравнении с контрольными и инвазированными зверями.

**Ключевые слова:** звероводство, пушные звери, токсаскариоз, песец серебристый, площадь, масса пресно-сухих шкурок

**Для цитирования:** Коновалов А. П., Василевич Ф. И., Шумилина Н. Н. Лечебно-профилактический комплекс «ДЛК» как приоритетный фактор воздействия на площадь и массу шкурок песцов серебристых при токсаскариозе // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 28–36.

**Treatment and prophylactic complex «DLK» as a priority factor of impact on area and weight of arctic silver fox pelts at toxascariosis****Andrey P. Konovalov<sup>1</sup>, Fyodor I. Vasilevich<sup>2</sup>, Natalia N. Shumilina<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, Moscow, Russia<sup>1</sup> andrei171283@mail.ru, <sup>2</sup> f-vasilevich@inbox.ru, <sup>3</sup> shumilina51@mail.ru

**Abstract.** The impact of a new treatment and prophylactic complex «DLK» (dironet, lactobifadol, keratin) on the area and weight of the pelts of Arctic silver foxes of captive breeding, during spontaneous invasion by *Toxascaris leonina* nematodes was studied. The studies were conducted on slaughter young animals – Arctic silver foxes (males at the age of 1.5–2 months

and culled females of the main herd at the age of 5–7 years), bred in the conditions of LLC «Animal Breeding Farm «Vyatka» of the Kirov region. The animals were formed into 7 (males) and 4 (females) groups. Animals from the groups 6 and 7 received «DLK» additionally with the diet; the 1<sup>st</sup> group of control animals wasn't invaded; the 2<sup>nd</sup> group consisted of invaded animals. After the winter hair maturation (November) the animals were killed, and the area and weight of the pelts were determined after primary processing, and the economic efficiency was calculated. The positive impact of «DLK» on the pelts' area was found – in the male experimental groups (5, 6) the pelts' area was higher by 9.2 %, and in the 4<sup>th</sup> experimental female group it was higher by 1.5 % compared with the control. The weight of flint-dried pelts of the same groups had no significant difference in comparison with the 1st control group. The economic effect in the 5<sup>th</sup> male experimental group was +10 875,3 rub., in the 6<sup>th</sup> male experimental group +10 834,6 rub. and in the 4<sup>th</sup> female experimental group + 375,2 rubles in comparison with control and invaded animals.

**Keywords:** fur farming, fur-bearers, toxascariosis, arctic silver fox, area, weight of flint-dried pelts

**For citation:** Konovalov A. P., Vasilevich F. I., Shumilina N. N. Treatment and prophylactic complex «DLK» as a priority factor of impact on area and weight of arctic silver fox pelts at toxascariosis. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 28–36.

**Введение.** Шкурки серебристых песцов клеточного разведения занимают в производстве материальных благ важное место, играя большую роль в экономике страны. Большую роль в звероводстве играет изучение условий и факторов, оказывающих влияние на формирование качества сырья.

Размерно-массовые характеристики шкурок являются одними из наиболее важных товарно-технологических свойств пушного сырья. Более крупные шкурки облегчают проведение технологического процесса раскроя с целью подбора шкурок для формирования однородного изделия.

Также площадь пресно-сухих шкурок является количественной характеристикой качества, которая тесно связана с их ценой: с увеличением значения площади возрастает зачетная стоимость шкурок.

Размер шкурки – очень важный показатель её товарной ценности. Крупная шкурка не только дает большую площадь, но и может быть использована в более широком ассортименте меховых изделий, в связи с чем промышленность и мировой рынок заинтересованы в получении шкурок крупного размера [11].

По данным ряда авторов, шкурки вуалевого песца имеют сравнительно крупные размеры: длиной 80–85 см и площадью 20–21,25 дм<sup>2</sup> [5].

М. В. Савин, изучавший влияние числа щенков в помете, установил, что молодняк голубых песцов из различных

по величине пометов при равных условиях кормления развивается примерно одинаково: площадь шкурки у самцов первой опытной группы составляет 19,66 дм<sup>2</sup>, второй – 19,31 дм<sup>2</sup>, третьей – 19,73 дм<sup>2</sup>; у самок первой опытной группы она достигает 19,25 дм<sup>2</sup>, второй – 18,78 дм<sup>2</sup>, третьей – 19,73 дм<sup>2</sup> [12].

Размер шкурки – очень важный показатель, который зависит от размера тела животного и от способа консервирования. При пресной сушке площадь сокращается примерно на 10 %. Размер площади шкурок, снятых трубкой, устанавливается умножением длины (от междуглазья до основания хвоста) на их двойную ширину по кожевой ткани в средней части [5, 10].

По данным Ю. В. Антипова, проводившего исследования эффективности разных форм протеина в рационах молодняка голубых песцов, в шестимесячном возрасте песцы весили: первая опытная группа – 6,4 кг, вторая – 6,5 кг, третья – 6,3 кг. При этом масса и площадь пресно-сухих шкурок составили: в первой опытной группе – 363 г на 2 104 см<sup>2</sup>, второй – 373 г на 2 134 см<sup>2</sup>, третьей – 371 г на 2 120 см<sup>2</sup>, что свидетельствует о явной взаимосвязи между массой и площадью пресно-сухой шкурки [2].

Масса шкурки оказывает влияние на вес одежды при изготовлении. По массе шкурки пушных зверей делят на четыре группы: особо тяжелые, тяжелые (шкурки песцов), средние и легкие [8].

Наконец, масса шкурки пушного сырья зависит от степени ее влажности. Влажность шкурок, в свою очередь, зависит от относительной влажности и температуры окружающей среды [13].

В современных условиях рыночной экономики предъявляются повышенные требования (включая и модные тенденции) к качеству производимого пушно-мехового сырья. Повышение качества в значительной степени определяется внедрением инноваций, ростом эффективности производства, экономией всех видов ресурсов, что обеспечивает конкурентоспособность и выживаемость предприятия в условиях рынка.

От производства высококачественного пушно-мехового сырья и выпускаемых из него изделий выигрывает и национальная экономика, так как появляется возможность увеличить экспортный потенциал и доходную часть платежного баланса страны, заявить о своей продукции на мировом рынке.

Поэтому возникает необходимость в постоянной целенаправленной работе и поиске резервов повышения качества пушно-меховой продукции по сравнению с аналогами зарубежных конкурентов.

Таким образом, представленные данные в данных разделах обзора работы указывают на значимость хозяйственно полезных признаков зверей (качество шкурок).

Особую опасность среди гельминтозов зверей представляют альвеококкоз, токсамаскариоз и токсокароз, которые достаточно широко распространены в отдельных центральных областях Нечерноземья. Кроме того, в звероводческих хозяйствах паразитозы являются одним из основных факторов, ухудшающих качество пушнины и способствующих резкому отставанию в росте и развитии животных, а также гибели молодняка [1, 4, 7].

В предыдущих исследованиях автора было изучено распространение токсамаскариоза среди серебристых песцов в условиях ООО «Звероводческое племенное хозяйство «Вятка» Кировской области. При этом экстенсивность инвазии (далее – ЭИ) составила 28,4 %, при интенсивности инвазии (далее – ИИ) 7–9 яиц в одном поле зрения микроскопа (увеличение 7х9). Также опытным путем установлено, что лечебно-профилактический комплекс «ДЛК» обладает стопроцентной ИЭ

и ЭЭ, способствует улучшению функции желудочно-кишечного тракта у инвазированных песцов, а именно, лучшей усвояемости корма и, как следствие, восстановлению волосяного покрова [14].

**Целью исследования** явилось определение эффективности применения лечебно-профилактического комплекса «ДЛК» при токсамаскариозе для улучшения показателей площади и массы пресно-сухих шкурок зверей.

**Материалы и методы исследования.** Разработки выполнены на базе ООО «Звероводческое племенное хозяйство «Вятка» Кировской области. Объектом исследования являлся убойный молодняк серебристых песцов – самцы в возрасте 1,5–2 месяца и самки, выбракованные из основного стада (возраст 5–7 лет).

Зверей содержали в шедах попарно (самцы молодняк) или в индивидуальных клетках (самки основного стада). Кормление осуществляли согласно рекомендуемым нормам, предусмотренным для каждого физиологического периода и возрастной группы [3].

Из 210 щенков были сформированы одна контрольная и шесть опытных групп по 30 голов зверей. Из 24 самок сформированы одна контрольная и три опытных групп по 6 голов.

Песцы всех опытных групп, кроме контрольных, были спонтанно заражены токсамаскариозом – инвазированные звери (далее – ИЗ). Антгельминтики, пробиотик и комплекс «ДЛК» вводили с кормом.

*Массу пресно-сухих шкурок*, полученных от исследуемых зверей, определяли на безменных механических весах марки Mikado AM-NS-22 с точностью до 10 г (фирма-производитель Mikado) и на электронных весах марки ВСП-12/2-3К с точностью 0,1 г (фирма-производитель «Невские Весы»).

Сортировку пресно-сухих шкурок проводили комиссионно в ООО «Звероводческое племенное хозяйство «Вятка», совместно с группой экспертов и специалистов данного хозяйства в соответствии с требованиями ГОСТ 7907-78 «Шкурки песца голубого невыделанные». Для измерения величины *площади шкурок* песца серебристого использовали все шкурки опытных и контрольных групп [9, 15].

Схема исследований приведена в таблице 1.

Таблица 1

Схема исследований по применению комплекса «ДЛК»

Номер группы	Подопытные звери	Препарат	Доза	Схема применения
<b>Самцы</b>				
1	контроль	–	–	–
2	ИЗ	–	–	–
3	ИЗ	пиперазина адипинат	0,3 г на 1 кг массы зверя	в течение трех дней подряд
4	ИЗ	диронет	1 таблетка на 10 кг массы зверя	однократно, один день
5	ИЗ	диронет + лактобифадол	1 таблетка на 10 кг + 0,2 г на кг массы зверя	однократно + двумя курсами: две недели по 6 дней подряд, один голодный; перерыв между курсами – 7 дней
6	ИЗ	диронет + лактобифадол + кератин кормовой	1 таблетка на 10 кг + 0,2 г на кг массы зверя + 0,2% в пересчете на белок, от суточной нормы протеина	однократно + двумя курсами: 2 недели по 6 дней подряд, один голодный; перерыв между курсами 7 дней + двумя курсами: две недели по 6 дней подряд + один голодный; перерыв между курсами 7 дней
7	ИЗ	диронет + лактобифадол + кератин кормовой, после первичной линьки	аналогично группе шесть	аналогично группе шесть
<b>Самки</b>				
I	контроль	–	–	–
II	ИЗ	–	–	–
III	ИЗ	диронет + лактобифадол + кератин кормовой	в дозировке: 0,5 мл на 1 кг	однократно, перорально, индивидуально + двумя курсами: 2 недели по 6 дней подряд, один голодный; перерыв между курсами 7 дней + двумя курсами: две недели по 6 дней подряд + один голодный; перерыв между курсами 7 дней
IV	ИЗ	диронет + лактобифадол + кератин кормовой	в дозировке: 1 мл на 1 кг	аналогично группе III

Примечание: седьмой группе самцов «ДЛК» добавляли в корм после первичной линьки.

**Результаты исследований и обсуждение.** После убоя шкурки, полученные от экспериментальных зверей, прошли этапы первичной обработки и пресно-сухого консервирования.

В результате проведенных опытов, исследуемые пресно-сухие шкурки серебристого песца (самцы) всей партии, всех групп имели площадь более 21 дм<sup>2</sup>, что позволяет говорить о крупных размерах зверей и большой полезной площади.

Как видно из таблицы 2, опытные группы (5 и 6), получавшие с кормом лечебно-профилактические препараты, имели достоверную разницу площади шкурки песца серебристого на 9,2 % больше в сравнении с первой контрольной группой (22,7 дм<sup>2</sup>) при  $p < 0,05$ .

Следует отметить, что достоверную разницу площади шкурки (на 7 % меньше) имела вторая опытная группа песца серебристого в сравнении с первой контрольной группой; 3, 4 и 7 опытные группы достоверной разницы не имели при  $p < 0,05$ .

Установлено, что средняя масса шкурок опытных групп песца серебристого пресно-сухого консервирования достоверной разницы в сравнении с первой контрольной группой не имела, за исключением второй опытной группы, где эта разница составила 5,4 % при  $p < 0,05$ .

При этом следует отметить, что 5, 6 опытные и контрольная группы при сортировке имели порок «недостача частей шкурки» по одной шкурке в каждой группе. Также 3, 5 и 7 опытные группы по одной шкурке имели порок «разрывы и

швы», а в 4 опытной группе одна шкурка имела порок «дыры».

Результаты статистической обработки данных по массе и площади пресно-сухих шкурок самок песца серебристого различных групп представлены в таблице 3.

Как видно, шкурки второй опытной группы, в которой находились самки песца серебристого, инвазированные *T. leonine* и не получавшие лечебно-профилактический комплекс «ДЛК» (в сравнении с контролем), имели достоверную разницу площади шкурки на 7,3 % меньше (при  $p < 0,05$ ), в связи с тем, что шкурки из данной группы были приняты вторым размером.

Установлено, что 3 и 4 опытные группы самок песца серебристого, получавшие с кормом лечебно-профилактический комплекс «ДЛК» в различной дозировке, не имели достоверной разницы средней площади шкурки (в сравнении с контролем) при  $p < 0,05$ .

На массу шкурок пресно-сухого консервирования влияют и размерные (площадь) характеристики сырья, следовательно, средняя масса шкурок 3 и 4 опытных групп самок серебристого песца (в сравнении с контролем), достоверной разницы не имела при  $p < 0,05$ .

Однако следует отметить, что масса пресно-сухих шкурок самок серебристого песца 2 опытной группы (в сравнении с контролем) имела достоверную разницу на 0,1 кг (при  $p < 0,05$ ), что в процентном отношении составило почти на четверть меньше – 23,2 %.

**Таблица 2**  
**Площадь и масса пресно-сухих шкурок песца серебристого, самцы (n=210)**

Номер группы (n=30)	Площадь (дм <sup>2</sup> ) $X \pm m_x$	Масса шкурок (кг) $X \pm m_x$
1	22,7±0,6	0,55±0,01
2	21,1±0,4*	0,52±0,01*
3	21,5±0,6	0,54±0,01
4	22,2±0,4	0,55±0,01
5	24,8±0,5*	0,55±0,01
6	24,8±0,4*	0,55±0,01
7	22,2±0,2	0,54±0,01

Примечания: 1. Седьмой группе самцов «ДЛК» добавляли в корм после первичной линьки.  
2. \* –  $p < 0,05$ .

**Таблица 3**  
**Площадь и масса пресно-сухих шкурок песка серебристого, самки (n=24)**

Номер группы (n=6)	Площадь (дм <sup>2</sup> ) X ± m <sub>x</sub>	Масса шкурок (кг) X ± m <sub>x</sub>
1	19,1±0,2	0,43±0,02
2	17,7±0,1*	0,33±0,01*
3	18,9±0,1	0,43±0,01
4	19,4±0,1	0,42±0,01

Примечание: \* – p<0,05.

По результатам производственных опытов был произведен расчет суммарной экономической эффективности от применения лечебно-профилактического комплекса «ДЛК» на серебристых песках.

В период проведения производственного опыта в ООО «Звероводческое племенное хозяйство «Вятка» на самцах серебристого песка стоимость 1 дм<sup>2</sup> составляла 176,07 руб., а затраты на получение пресно-сухого сырья (себестоимость) составляли 1 844,0 руб.

Как видно из таблицы 4, реализационная цена пресно-сухого сырья по серебристому песку (самцы) рассчитывается с учетом площади шкурки в дм<sup>2</sup>, которая, в свою очередь, показала разный отрицательный процент у опытных групп: вторая – минус 7 %, третья – минус 5,3 %, 4 и 7 – обе по минус 2,2 % в сравнении с контролем. Вследствие этого была получена отрицательная экономическая эффективность от опытных групп шкурок в рублях

(по второй группе – 8 460,4 руб., третьей – 6 382,7 руб., четвертой – 2 781,5 руб. и седьмой – 3 528,0 руб. соответственно).

Положительный результат и наибольшее увеличение процента площади шкурки показала пятая опытная группа (+9,2 %), где зверям с кормом давали антигельминтик Диронет, пробиотик Лактобифадол, и шестая опытная группа (+9,2 %), звери которой получали с кормом лечебно-профилактический комплекс «ДЛК». Это привело к получению положительного результата экономической эффективности: в пятой группе плюс 10 875,3 руб. и в шестой группе – плюс 10 834,6 руб. в сравнении с контролем.

В период проведения производственного опыта в ООО «Зверохозяйство «Вятка», на самках серебристого песка стоимость одного квадратного дециметра составляла 208,4 руб., а затраты на получение пресно-сухого сырья (себестоимость) – 1 871,0 руб.

**Таблица 4**  
**Расчет показателей экономической эффективности использования ДЛК-комплекса при выращивании серебристых песцов (самцы) (n=210)**

№ группы	Площадь, дм <sup>2</sup>	Увеличение площади, %	Цена за шкурку, руб.	Итого по группе, руб.	Сумма затрат препаратов на группу, руб.	Себестоимость шкурки, руб.	Прибыль руб.	Экономическая эффективность, руб.
1	22,7	–	3 996,8	119 903,7	–	1844,0	64 583,7	–
2	21,1	-7	3 715,1	111 452,3	–		56 132,3	-8 460,4
3	21,5	-5,3	3 785,5	113 565,1	44,1		58 201,0	-6 382,7
4	22,2	-2,2	3 908,7	117 262,6	175,8		61 766,8	-2 781,5
5	24,8	+9,2	4 366,5	130 996,1	217,1		75 459,0	+ 10 875,3
6	24,8	+9,2	4 366,5	130 996,1	257,8		75 418,3	+ 10 834,6
7	22,2	-2,2	3 908,7	117 262,6	886,9		61 055,7	-3 528,0

**Таблица 5**

**Расчет показателей экономической эффективности использования ДЛК-комплекса при выращивании серебристых песцов (самки) (n=24)**

№ группы	Площадь, дм <sup>2</sup>	Увеличение площади, %	Цена за шкурку, руб.	Итого по группе, руб.	Сумма затрат препаратов на группу, руб.	Себестоимость шкурки, руб.	Прибыль руб.	Экономическая эффективность, руб.
1	19,1	–	3 980,4	23 882,6	–	1871,0	12 656,6	–
2	17,7	-7,3	3 688,6	22 132,1	–		10 906,1	-1 750,5
3	18,9	-1,0	3 983,8	23 632,6	89,3		12 406,6	-250,0
4	19,4	+1,5	4 043,0	24 257,8	122,6		13 031,8	+375,2

Как видно из данных таблицы 5, реализационная цена пресно-сухого сырья (серебристый песец, самки) рассчитывалась аналогично с предыдущей партией (серебристый песец, самцы).

Шкурки, полученные от опытных зверей второй (минус 7,3 %) и третьей (минус 1,0 %) групп, не имели увеличения площади шкурки и дали отрицательный процент в сравнении с контролем, что, в свою очередь, привело к потере экономической эффективности данных опытных групп, которая составила отрицательные значения 1750,5 и 250,0 руб. соответственно.

Однако площадь шкурок четвертой опытной группы была больше контрольной на 1,5 % и дала экономическую эффективность группы на уровне 375,2 руб. в сравнении с контролем.

#### **Заключение:**

1. Установлено, что включение в рацион лечебно-профилактического комплекса «ДЛК» песцам серебристым при

клеточном разведении способствовало увеличению площади шкурок на 9,2 % в 5 и 6 опытных группах самцов, а в 4 опытной группе самок – на 1,5 % в сравнении с контролем, в отличие от инвазированных зверей, не получавших лечебных препаратов (при  $p < 0,05$ ).

2. Доказано, что оптимальной дозой комплекса для лечения и профилактики токсаскариоза у песцов является: Диронет: одна таблетка на 10 кг или 1 мл на 1 кг живой массы зверя + Лактобифадол: 0,2 г на 1 кг массы зверя + Кератин кормовой: 0,2 % в пересчете на белок, от суточной нормы протеина.

3. Определено, что применение «ДЛК» позволило получить экономическую эффективность от его включения в рацион опытным группам серебристых песцов-самцов в пятой группе – плюс 10875,3 руб. и в шестой группе – плюс 10834,6 руб., и самок в четвертой группе – плюс 375,2 руб. в сравнении с контрольными и инвазированными зверями.

#### **Список литературы**

1. Акбаев, М. Ш. Монезиоз овец (патогенез, вопросы биологии, эпизоотологии и разработка лечебно-профилактических мероприятий) : дис. на соиск. учён. степ. докт. вет. наук / А. М. Шогайбович ; ВИГИС. – Москва, 1986. – 544 с.
2. Антипов, Ю. В. Эффективность разных норм протеина в рационах молодняка голубых песцов / Ю. В. Антипов // Кролиководство и звероводство. – 1967. – № 4. – С. 9–11.
3. Балакирев, Н. А. Нормы затрат кормов для пушных зверей и кроликов : справочное пособие / Н. А. Балакирев, В. Ф. Кладовщиков. – Москва : Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства им. В. А. Афанасьева, 2007. – 185 с.
4. Василевич, Ф. И. Паразитарные болезни плотоядных животных / Ф. И. Василевич, Н. В. Есаулова, Р. М. Акбаев. – Москва : Издательство «Фолукс-групп», 2010. – 149 с.
5. Звероводство : учебник / Е. Д. Ильина, А. Д. Соболев, Т. М. Чекалова [и др.]. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 304 с.
6. Игнатович, А. Д. Особенности проявления порока опушения ватность у песцов на зверофермах Таймыра / А. Д. Игнатович // Научно-технический бюллетень ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Вып.

7. Рационализация кормления и разведения сельскохозяйственных животных и пушных зверей на Енисейском Севере. – Новосибирск, 1987. – С. 44–51.

7. Коновалов, А. П. Паразитофауна пушных и других плотоядных зверей в условиях хозяйств центральных областей Нечерноземья и Волго-Вятского региона / А. П. Коновалов, А. И. Сапожникова, М. Ш. Акбаев // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2013. – № 1. – С. 25–27.

8. Ларина, Е. Е. Сравнительный анализ динамики роста и развития молодняка лисиц пород: серебристо-черная, жемчужная, бургундская, коликотт : автореф. дис. канд. с.-х. наук : 06.02.10 / Ларина Елена Евгеньевна ; Моск. гос. акад. ветеринар. медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина. – Москва, 2012. – 23 с.

9. Методические рекомендации по определению показателей качества кожевенного и шубно-мехового сырья / С. А. Каспарьянц, К. Д. Хлудеев, Б. И. Кирилук [и др.]. – Москва : ВАСХНИЛ, 1986. – 68 с.

10. Переверзева, А. Д. Товароведение пушно-мехового сырья / А. Д. Переверзева. – Москва : Экономика, 1982. – С. 36–76.

11. Русских, А. П. Улучшение качества клеточной пушнины / А. П. Русских, Н. А. Русских. – Москва : Колос, 1967. – 272 с.

12. Савин, М. В. Влияние числа щенков в помете на качество меха и молодняка голубых песцов / М. В. Савин // Кролиководство и звероводство. – 1967. – № 4. – С. 11–14.

13. Тинаев, Н. Н. Использование пробиотиков и продуцентов, серосодержащих аминокислот в звероводстве для повышения продуктивности норок и песцов : автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. биол. наук : 06.02.03, 16.00.03 / Тинаев Николай Николаевич ; Науч.-исслед. ин-т пушного звероводства и кролиководства им. В. А. Афанасьева. – пос. Родники, Московской обл., 2007. – 23 с.

14. Формирование волосяного покрова песцов серебристых при применении лечебно-профилактического антгельминтного комплекса ДЛК (диронет, лактобифадол, кератин кормовой) / А. П. Коновалов, А. И. Сапожникова, Ф. И. Василевич, И. И. Цепилова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2020. – № 9. – С. 90–101.

15. ГОСТ 7907-78. Шкурки песца голубого невыделанные. Технические условия. – Москва : Изд-во стандартов, 1979. – 6 с.

## References

1. Akbaev, M. Sh. Monezioz ovets (patogenez, voprosy biologii, epizootologii i razrabotka lechenno-profilakticheskikh meropriiatii) (Monesiosis of sheep (pathogenesis, questions of biology, epizootology and development of therapeutic and preventive measures)), dis. na soisk. uchen. step. doktora veterinarnykh nauk (Doctor's degree in Veterinary sci. diss), Akbaev Magomet Shogaibovich; VIGIS, Moscow, 1986, 544 p.

2. Antipov, Iu. V. Effektivnost' raznykh norm proteina v ratsionakh molodniaka golubykh pestsov (The effectiveness of different protein norms in the diets of young blue foxes), Krolikovodstvo i zverovodstvo, 1967, No 4, PP. 9–11.

3. Balakirev, H. A., Kladovshchikov, V. F. Normy zatrat kormov dlia pushnykh zveri i krolikov: Spravochnoe posobie (Norms of feed costs for fur-bearing animals and rabbits: A reference guide), Moskva, Nauchno-issledovatel'skii institut pushnogo zverovodstva i krolikovodstva im. V. A. Afanas'eva, 2007, 185 p.

4. Vasilevich, F. I., Esaulova, N. V., Akbaev, R. M. Parazitarnye bolezni plotoiadnykh zhivotnykh (Parasitic diseases of carnivorous animals), Moscow, Izdatel'stvo "Foluks-grupp", 2010, 149 p.

5. Zverovodstvo : uchebnik (Fur farming : textbook), E. D. Il'ina, A. D. Sobolev, T. M. Chekalova [i dr.], Sankt-Petersburg, Lan', 2004, 304 p.

6. Ignatovich, A. D. Osobennosti proiavleniia poroka opusheniia vatnost' u pestsov na zverofermakh Taimyra (Features of the manifestation of the pubescence defect wadding in arctic foxes on Taimyr fur farms), Nauchno-tekhnicheskii biulleten', VASKhNIL, Sib. otd-nie, Vyp. 7., Ratsionalizatsiia kormleniia i razvedeniia sel'skokhoziaistvennykh zhivotnykh i pushnykh zveri na Eniseiskom Severe, Novosibirsk, 1987, PP. 44–51.

7. Konovalov, A. P., Sapozhnikova, A. I., Akbaev, M. Sh. Parazitofauna pushnykh i drugikh plotoiadnykh zveri v usloviakh khoziaistv tsentral'nykh oblastei Nechozemia i Volgo-Vyatskogo regiona (Parasitofauna of fur-bearing and other carnivorous animals in the conditions of farms of the central regions of the Non-Chernozem region and the Volga-Vyatka region), Rossiiskii veterinarnyi zhurnal. Sel'skokhoziaistvennye zhivotnye, 2013, No 1, PP. 25–27.

8. Larina, E. E. Sravnitel'nyi analiz dinamiki rosta i razvitiia molodniaka lisits porod: serebristo-chernaia, zhemchuzhnaia, burgundskaia, kolikott (Comparative analysis of the dynamics of growth and development of young foxes of breeds: silver-black, pearl, burgundy, colicott), avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk (PhD in Agricultural sci. diss) : 06.02.10, Larina Elena Evgen'evna, Mosk. gos. akad. veterinar. meditsiny i biotekhnologii im. K. I. Skriabina, Moscow, 2012, 23 p.

9. Metodicheskie rekomendatsii po opredeleniiu pokazatelei kachestva kozhevnogo i shubno-mekhovogo syr'ia (Methodological recommendations for determining the quality indicators of leather and fur raw materials), S. A. Kaspar'iants, K. D. Khludeev, B. I. Kiriliuk [i dr.], Moscow, VASKhNIL, 1986, 68 p.

10. Pereverzeva, A. D. Tovarovedenie pushno-mekhovogo syr'ia (Commodity science of fur raw materials), Moscow, Ekonomika, 1982, PP. 36–76.

11. Russkikh, A. P., Russkikh, N. A. Uluchshenie kachestva kletochnoi pushniny (Improving the quality of cellular furs), Moscow, Kolos, 1967, 272 p.

12. Savin, M. V. Vliianie chisla shchenkov v pomete na kachestvo mekha i molodniaka golubykh pestsov (The influence of the number of puppies in the litter on the quality of fur and young blue foxes), Krolikovodstvo i zverovodstvo, 1967, No 4, PP. 11–14.

13. Tinaev, N. N. Ispol'zovanie probiotikov i produtsentov, serosoderzhashchikh aminokislot v zverovodstve dlia povysheniia produktivnosti norok i pestsov (The use of probiotics and producers, sulfur-containing amino acids in animal husbandry to increase the productivity of minks and arctic foxes) : avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. biol. nauk (PhD in Biological sci. diss.) : 06.02.03, 16.00.03, Tinaev Nikolai Nikolaevich, Nauch.-issled. in-t pushnogo zverovodstva i krolikovodstva im. V. A. Afanas'eva, pos. Rodniki, Moskovskoi obl., 2007, 23 p.

14. Formirovanie volosianogo pokrova pestsov serebristykh pri primeneniі lechebno-profilakticheskogo antgel'mintnogo kompleksa DLK (dironet, laktobifadol, keratin kormovoi) (Formation of the hair cover of Arctic silver foxes when using the therapeutic and prophylactic anthelmintic complex DLK (dironet, lactobifadol, keratin feed)), A. P. Konovalov, A. I. Sapozhnikova, F. I. Vasilevich, I. I. Tsepilova, Veterinariia, zootekhnii i biotekhnologii, 2020, No 9, PP. 90-101.

15. GOST 7907-78. Shkurki pestsa golubogo nevydelannye. Tekhnicheskie usloviia., Moscow, Izdvo standartov, 1979, 6 p.

© Коновалов А. П., Василевич Ф. И., Шумилина Н. Н., 2021

Статья поступила в редакцию 22.07.2021; одобрена после рецензирования 18.08.2021; принята к публикации 02.09.2021.

The article was submitted 22.07.2021; approved after reviewing 18.08.2021; accepted for publication 02.09.2021.

#### **Информация об авторах**

**Коновалов Андрей Петрович**, старший преподаватель, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, e-mail: andrei171283@mail.ru;

**Василевич Федор Иванович**, академик Российской академии наук, доктор ветеринарных наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, e-mail: f-vasilevich@inbox.ru;

**Шумилина Наталья Николаевна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина, e-mail: shumilina51@mail.ru.

#### **Information about authors**

**Andrey P. Konovalov**, Senior Lecturer, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, e-mail: andrei171283@mail.ru;

**Fyodor I. Vasilevich**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, e-mail: f-vasilevich@inbox.ru;

**Natalia N. Shumilina**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Skryabin, e-mail: shumilina51@mail.ru.

УДК 639.11/16:591.16

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-37-43

**Сезонные и возрастные изменения уровня тестостерона у кабанов (*Sus scrofa* L.)****Мария Александровна Кошурникова<sup>1</sup>, Юлия Анатольевна Березина<sup>2</sup>, Игорь Александрович Домский<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, Кировская область, Киров, Россия<sup>1</sup> Koshurnikova@vniioz-kirov.ru, <sup>2</sup> uliya180775@bk.ru, <sup>3</sup> vniioz43@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлены новые данные о концентрации тестостерона у диких кабанов (*Sus scrofa* L.) различных возрастных групп, обитающих на северо-востоке Европейской части России (Кировская область). Исследования проведены методом иммуноферментного анализа с использованием фотометра Immunochem-2100. Изучение сезонных и возрастных изменений уровня тестостерона проводили у взрослых животных с августа по февраль, у молодняка до года – с сентября по декабрь. Установлено устойчивое повышение уровня тестостерона с сентября по ноябрь с последующим его спадом. Сезонная динамика тестостерона у взрослых особей и молодняка до года была схожа. Определены достоверные различия ( $p < 0,05$ ) концентрации тестостерона между взрослыми особями и молодняком. При анализе результатов работы и сопоставлении их с результатами других исследователей установлено, что содержание тестостерона в крови домашних хряков и кабанов, содержащихся в условиях фермы, имеет практически аналогичную динамику. Однако, выявленные нами показатели тестостерона у диких кабанов выше на 65,18 %, чем у кабанов, подвергшихся доместикации.

**Ключевые слова:** кабан, сыворотка крови, тестостерон, иммуноферментный анализ

**Для цитирования:** Кошурникова М. А., Березина Ю. А., Домский И. А. Сезонные и возрастные изменения уровня тестостерона у кабанов (*Sus scrofa* L.) // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 37–43.

**Seasonal and age-related changes in testosterone level in wild boars (*Sus scrofa* L.)****Mariya A. Koshurnikova<sup>1</sup>, Yuliya A. Berezina<sup>2</sup>, Igor A. Domskiy<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming, Kirov region, Kirov, Russia<sup>1</sup> Koshurnikova@vniioz-kirov.ru, <sup>2</sup> uliya180775@bk.ru, <sup>3</sup> vniioz43@mail.ru

**Abstract.** The paper presents new data on the concentration of testosterone in wild boars (*Sus scrofa* L.) of various age groups living in the northeast of the European part of Russia (Kirov region). The studies were carried out by the method of enzyme immunoassay using the Immunochem-2100 photometer. The study of seasonal and age-related changes in testosterone level was carried out in adult animals from August to February, in young animals up to a year – from September to December. There was a steady increase in testosterone level from September to November, followed by a decline. The seasonal dynamics of testosterone in adults and young animals up to a year was similar. Significant differences ( $p < 0.05$ ) in the testosterone concentration between adults and young animals were determined. When analyzing the results of the work and comparing them with the results of other researchers, it was found that the testosterone content in the blood of domestic boars and wild boars kept in farm conditions had almost the same dynamics. However, the testosterone levels found in wild boars in our studies are 65.18 % higher than in wild boars subjected to domestication.

**Keywords:** wild boar, blood serum, testosterone, enzyme immunoassay

**For citation:** Koshutnikova M. A., Berezina Y. A., Domskiy I. A. Seasonal and age-related changes in testosterone level in wild boars (*Sus scrofa* L.). *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 37–43.

**Введение.** Одной из основных проблем физиологической науки является изучение функционирования разнообразных систем и органов, обеспечивающих приспособление животных к внешней среде. На сегодняшний день данная проблема приобрела важнейшее значение не только в связи с переселением и последующей акклиматизацией животных в новые климатические регионы, но также с выращиванием и содержанием их в полувольных условиях и искусственной среде обитания. Это имеет прямое отношение ко многим видам животных, являющихся традиционными объектами охоты, одними из них являются кабаны.

Оптимальный уровень воспроизводства популяции обеспечивается нормальным функционированием всего организма, и, главным образом, органами половой системы. Тем не менее многие элементы полувольных условий и искусственной среды обитания не отвечают эволюционно сформированным физиологическим потребностям организма. Эти факторы приводят к снижению резистентности, нарушению обмена веществ, что приводит к общей полиорганной патологии [8].

Кроме того, при содержании животных в неволе возникает возможность проведения селекции на адаптацию к новым условиям и (или) поведению. Устранение агрессивных и трусливых реакций на человека, которое приводит к переменам в поведении животных, считается критерием одомашнивания. Опыт одомашнивания показывает, что наследственное перестраивание в поведении животных сказывается на изменении размножения у одомашненных видов [5].

Андрогенным половым гормоном, синтезирующимся из холестерина клетками Лейдига семенников, контролирующим поведение самца, сперматогенез и активность дополнительных половых желез, является тестостерон. При этом он играет роль не только в репродуктивной функции, но и определяет анатомические дан-

ные самца и оказывает также анаболическое действие, то есть стимулирует синтез белка. Благодаря этому самцы обладают, по сравнению с самками, большей мышечной массой и более тяжелым скелетом. Кроме того, тестостерон может усиливать образование эритроцитов под действием эритропоэтина, чем объясняется большее количество эритроцитов в крови у самцов [2, 3].

По сообщениям ряда зарубежных исследователей, андрогены и различные формы тестостерона также отвечают за агрессивность у домашних хряков [9, 11]. Подобные состояния также свойственны диким секачам и хорошо известны в практике охот на кабанов.

Стресс и некоторые другие состояния организма могут приводить к временному изменению концентрации тестостерона. В большинстве случаев компенсация данных состояний приводит к нормализации данного гормона [4].

В настоящее время уровень тестостерона у кабанов недостаточно изучен. В доступных нам литературных источниках имеется только единичное сообщение, посвященное изучению концентрации тестостерона у кабанов [7].

Таким образом, изучение вопросов физиологии органов репродуктивной системы продолжает оставаться приоритетным направлением биологической науки, и особый интерес представляют новые данные, полученные от диких животных.

**Цель данного исследования** – изучение сезонных и возрастных изменений концентрации тестостерона у кабанов (*Sus scrofa* L.) методом иммуноферментного анализа.

**Материалы и методы.** В качестве материала для исследования была использована сыворотка крови от диких самцов кабана (n = 55), в том числе 35 от взрослых особей и 20 от молодняка до года. Сбор проводили с августа по февраль.

Взятие биоматериала осуществлялось в научно-опытном хозяйстве института, расположенном на северо-востоке Европейской части России (Кировская область). Климат континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой.

Кровь получена от кабанов, добытых в сроки, установленные для охоты на этих животных, в которые входит период гона.

Кровь взята непосредственно из кровеносных сосудов в вакуумные пробирки IMPROVE по 4 мл с активатором свертывания. Биоматериал центрифугировали в течение 20 минут при скорости 2000 оборотов в минуту. Сыворотки крови хранились в холодильнике до отправки на лабораторные исследования, в которых определяли концентрацию тестостерона.

Анализ концентрации тестостерона (нмоль/л) проводили методом иммуноферментного анализа с использованием фотометра лабораторного модели Immunochem-2100 (High Technology, Inc). В работе использовались тест-системы для определения тестостерона в сыворотке крови производства ЗАО «НВО Иммунотех».

Данные о концентрации тестостерона подвергали статистическому анализу, который проводился с использованием программного обеспечения Microsoft Excel. Различия между средними были сопоставлены с помощью критерия Стьюдента. Достоверными считались различия при  $p < 0,05$ .

Степень корреляционной связи изучали при помощи коэффициента корреляции (r), который был рассчитан для разных возрастов животных.

**Результаты и обсуждение.** Биологические периоды у кабанов зависят от смены природных сезонных циклов. Данные о работе некоторых систем организма в эти периоды являются полноценными для оценки здоровья животных, прогноза их плодовитости и выживаемости потомства.

Информация по определению концентрации тестостерона у исследуемого вида животного отражена на рисунке.

Нами отмечен низкий уровень тестостерона у самцов в летний период. Начиная с сентября происходит устойчивое, прогрессивно нарастающее повышение

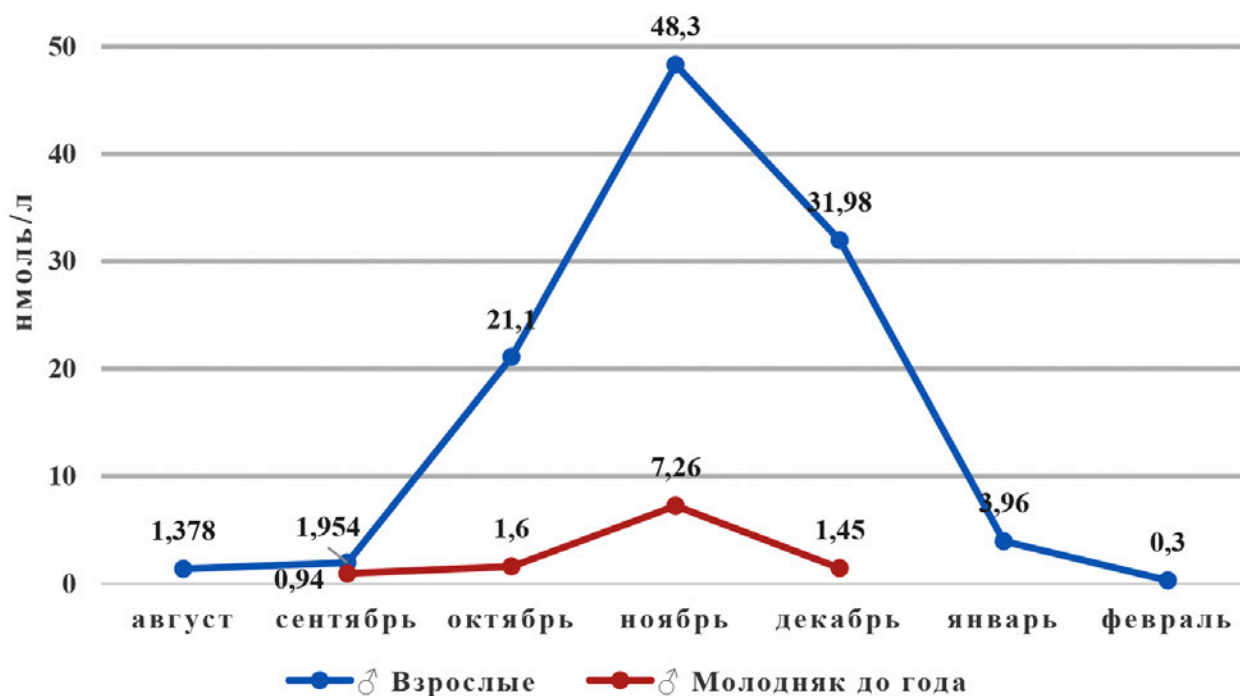


Рисунок – Динамика концентрации тестостерона в сыворотке крови у взрослых и молодняка кабана

концентрации тестостерона, достигая пика в ноябре в период активного гона:  $48,30 \pm 8,47$  нмоль/л у взрослых и  $7,26 \pm 1,63$  нмоль/л ( $p < 0,001$ ) у молодых самцов. В декабре происходит спад у взрослых самцов до  $31,98 \pm 7,45$  нмоль/л, у молодняка до  $1,45 \pm 0,13$  нмоль/л ( $p < 0,01$ ). К январю у взрослых самцов концентрация тестостерона резко опускается до  $3,96 \pm 0,65$  нмоль/л. Нами установлена сильная корреляция между концентрацией тестостерона у взрослых самцов и молодняка до года в октябре.

Сравнение полученных материалов с литературными данными показывает, что содержание тестостерона в крови домашних хряков крупной белой породы и кабанов, содержащихся в условиях фермерского хозяйства, имеет практически аналогичную динамику. Так, наибольшие уровни данного гормона как у хряков ( $11,45$ – $12,83$  нмоль/л), так и у кабанов ( $11,79$ – $16,82$  нмоль/л), приходились на зимние месяцы (декабрь – январь), что на  $73,44$  % и  $65,18$  %, соответственно, меньше, чем у диких кабанов. Минимальный уровень установлен в августе (кабаны –  $9,71$ – $10,41$  нмоль/л; хряки –  $7,32$ – $7,46$  нмоль/л). При этом в течение всего периода наблюдений содержание тестостерона в крови кабанов было больше, чем у домашних хряков [7].

Е. В. Павлов (2017) [6] проводил исследования тестостерона на хряках-производителях 12–14 месячного возраста крупной белой породы в зимне-весенний период в Белгородской области. По его данным, уровень тестостерона у хряков составил от  $6,71 \pm 0,64$  до  $8,01 \pm 1,07$  нмоль/л, что на  $80,42$  % меньше, чем у диких кабанов.

Таким образом, отличия в концентрации тестостерона и сроках гормональной активности гонад можно объяснить условиями содержания животных. На концентрацию тестостерона влияют кормовая база, условия окружающей среды, природные факторы, такие как колебания температур, влажности, фотопериода и другие.

К таким же выводам приходят М. Г. Чакур с соавт. (2013) [13], изучавшими сезонное воздействие на тестостерон у быков зебу и таурина в Бразилии.

По данным этих ученых [12] на уровень тестостерона у самцов может также влиять уровень индивидуальной адаптации к различным климатическим условиям. При этом отмечена высокая корреляция концентрации тестостерона с качеством спермы [13].

В наших исследованиях общая сезонная динамика концентрации тестостерона у взрослых самцов и молодняка была схожа, однако у взрослых количество тестостерона значительно выше. К примеру, в пик гона концентрация тестостерона у взрослых особей превышала на  $84,97$  % его концентрацию у молодняка.

К таким же выводам приходят и другие исследователи. Так, по данным Р. Д. Аллрих с соавт. (2003) [10], уровень тестостерона остается низким в организме домашних хряков до их половой зрелости (пять месяцев).

По данным М. И. Клопова и соавт. (2012) [1] существует связь между концентрацией тестостерона и возрастом у животного. Так, с возрастом в крови повышается концентрация тестостерона, а предельный его уровень приходится на период размножения.

**Заключение.** В последнее годы все больше видов диких животных вовлекается в зоокультуру, в связи с чем возникает проблема изучения приспособительных возможностей организма к новым условиям существования и поиск путей повышения устойчивости к воздействию внешних факторов природного и антропогенного характера. При разведении в полувольных и искусственных условиях изменяется среда существования: в ней исчезает естественный отбор и появляется искусственный. Так, факторы, связанные с технологией разведения в неволе, вызывают у животных стрессовые реакции (транспортировка, изменения кормовой базы, вакцинации, осеменение), которые сказываются на физиологическом состоянии, приводят к нарушению функции различных органов и систем, обмена веществ. Только высокая устойчивость к новым условиям содержания (или) успешное приспособление к ним могут обеспечить благополучное функционирование организма.

Результаты сравнительных физиологических исследований кабанов, отражающие особенности гормональной системы в возрастном и сезонном аспектах, являются основой для разработки системы физиологического мониторинга для оценки состояния животных, введенных в зоокультуру. Его использование в разведении кабанов дает возможность вовремя выявить патологию в репродуктивной системе и контролировать ее.

Высокий уровень тестостерона у диких кабанов влияет на качество спермы

у самцов и половую активность в период гона, что обеспечивает существование и выживание вида в природе.

В настоящее время существует необходимость в дальнейших исследованиях половых гормонов, чтобы оценить влияние различных факторов на воспроизводство кабанов, широко разводимых в полувольных условиях и искусственной среде обитания.

### Список литературы

1. Клопов, М. И. Нейрогуморальная регуляция физиологических систем и обмена органических веществ у животных / М. И. Клопов, В. В. Арепьев, О. В. Першина. – Москва : Изд-во ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2012. – 162 с.
2. Кондрахин, И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики. / И.П. Кондрахин и др. – Москва : КолосС, 2004. – 520 с.
3. Корочкина, Е.А. Влияние препарата гемобаланс на гормональный фон хряков-производителей / Е. А. Корочкина, А. Р. Мусин // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2010. – № 4. – С.140–142.
4. Лободин, К. А. Репродуктивное здоровье высокопродуктивных молочных коров красно-пестрой породы и биотехнологические методы его коррекции : автореф. дис. на соиск. учён. степ. докт. ветеринар. наук : 06.02.06 / Лободин Константин Алексеевич ; Санкт-Петербургская акад. вет. медицины. – Санкт-Петербург, 2010. – 40 с.
5. Осадчук, Л. В. Репродуктивная эндокринология пушных зверей семейства Canidae: Эффекты краткосрочных и длительных антропогенных воздействий : автореф. дис. на соиск. учён. степ. докт. биол. наук : 03.00.13 / Осадчук Людмила Владимировна ; Ин-т физиологии. – Новосибирск, 2001. – 46 с.
6. Павлов, Е. В. Стимуляция воспроизводительной функции у хряков доменно-структурированными магнитными полями в сочетании с кормовой добавкой агромега : автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. биол. наук : 03.03.01 / Павлов Евгений Васильевич ; Белгород. гос. с.-х. акад. им. В. Я. Горина. – Белгород, 2017. – 19 с.
7. Сеин, О. Б. Особенности биологической активности половых феромонов и эндокринной функции семенников у кабанов и домашних хряков в разные периоды года / О. Б. Сеин, Д. О. Сеин, В. А. Дураков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 8. – С. 218–219.
8. Тютюнник, Н.Н. Физиолого-биохимический статус организма норок (*Mustela vison* Schr.) и песцов (*Alopex lagopus* L.) и пути его оптимизации : автореф. дис. на соиск. учён. степ. докт. сельскохоз. наук : 06.02.03, 06.02.02 / Тютюнник Николай Николаевич ; Науч.-исслед. ин-т пушного звероводства и кролиководства им. В. А. Афанасьева. – Родники, Московская обл., 2002. – 53 с.
9. Accurate sperm morphology assessment predicts sperm function / H. Abu, D. Abu, D. R. Franken [et al.] // *Andrologia*, 2012. – May. – 44 Suppl 1. – P. 571–577.
10. Pubertal development of the boar: testosterone, estradiol-17 $\beta$ , cortisol and LH concentrations before and after castration at various ages / R. D. Allrich, R. K. Christenson, J. J. Ford, D. R. Zimmerman // *J. Anim. Sci.*, 1982. – № 55. – P. 1139–1146.
11. Borg, K. E. Semen characteristics, testicular size, and reproductive hormone concentrations in mature Duroc, Meishan, Fengjing, and Minzhu boars / K. E. Borg, D. D. Lunstra, R. K. Christenson // *Biol Reprod*, 1993. – № 49. – P. 515–521.

12. Chacur, M. G. M. Heat stress in buffalo bulls *Bubalus bubalis*, evaluations of reproduction physiological characteristics / M. G. M. Chacur, E. Oba // *Veterinária Notícias*, 2005. – 11(1). – P. 111–112.
13. Seasonal Effects on Semen and Testosterone in Zebu and Taurine Bulls / M. G. M. Chacur, K. T. Mizusaki, L. R. A. G. Filho [et al.] // *Acta Scientiae Veterinariae*. – 2013. – 41. – P. 1110.

### References

1. Klopov, M. I., Arepev, V. V., Pershina, O. V. Neyrogumoral'naya regulyatsiya fiziologicheskikh sistem i obmena organicheskikh veshchestv u zhivotnykh (Neurohumoral regulation of physiological systems and metabolism of organic substances in animals), Moskva, Izd-vo FGBOU VPO RGAZU, 2012, 162 p.
2. Kondrakhin, I. P. i dr. Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics), Moskva, KolosS, 2004, 520 p.
3. Korochkina, E. A., Musin, A. R. Vliyanie preparata gemobalans na gormonal'nyy fon khryakov-proizvoditeley (Influence of the drug «Hemobalance» on the hormonal background of boars-producers), *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 2010, No 4, PP. 140–142.
4. Lobodin, K. A. Reproaktivnoe zdorov'e vysokoproduktivnykh molochnykh korov krasnopestroy porody i biotekhnologicheskie metody ego korrektsii: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. dokt. veterinar. nauk : 06.02.06 (Reproductive health of highly productive dairy red-and-white cows and biotechnological methods of its correction: Abstract of Doctor's degree dissertation: 06.02.06) / Lobodin Konstantin Alekseevich; Sankt-Peterburgskaya akad. vet. meditsiny, Sankt-Peterburg, 2010, 40 p.
5. Osadchuk, L. V. Reproaktivnaya endokrinologiya pushnykh zverey semeystva Canidae: Effekty kratkosrochnykh i dlitel'nykh antropogennykh vozdeystviy: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. dokt. biol. nauk : 03.00.13 (Reproductive endocrinology of fur-bearing animals of the Canidae family: Effects of short-term and long-term anthropogenic impacts: Abstract of Doctor's degree dissertation: 03.00.13), Osadchuk Lyudmila Vladimirovna, In-t fiziologii, Novosibirsk, 2001, 46 p.
6. Pavlov, E. V. Stimulyatsiya vosproizvoditel'noy funktsii u khryakov domenno-strukturirovannymi magnitnymi polyami v sochetanii s kormovoy dobavkoy «Agromega»: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. biol. nauk : 03.03.01 (Stimulation of reproductive function in boars by domain-structured magnetic fields in combination with feed additive «Agromega»: Abstract of Ph.D. thesis: 03.03.01), Pavlov Evgeniy Vasil'evich, Belgorod. gos. s.-kh. akad. im. V. Ya. Gorina, Belgorod, 2017, 19 p.
7. Sein, O. B., Sein, D. O., Durakov, V. A. Osobennosti biologicheskoy aktivnosti polovykh feromonov i endokrinnoy funktsii semennikov u kabanov i domashnikh khryakov v raznye periody goda (Features of the biological activity of sex pheromones and the endocrine function of the testis in wild boars and domestic boars in different periods of the year), *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2015, No 8, PP. 218–219.
8. Tyutyunnik, N. N. Fiziologo-biokhimicheskiy status organizma norok (*Mustela vison* Schr.) i pestsov (*Alopex lagopus* L.) i puti ego optimizatsii: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. dokt. sel'skokhoz. nauk : 06.02.03, 06.02.02 (Physiological and biochemical status of the organism of minks (*Mustela Vison* Shr.) and Arctic foxes (*Alopeks lagopus* L.) and ways of its optimization: Abstract of Doctor's degree dissertation: 06.02.03, 06.02.02), Tyutyunnik Nikolay Nikolaevich; Nauch.-issled. in-t pushnogo zverovodstva i krolikovodstva im. V. A. Afanaseva, p. Rodniki Moskovskoy obl.), 2002, 53 p.
9. Abu, H., Abu, D., Franken, D.R., Hoffman, B., Henke, R. Accurate sperm morphology assessment predicts sperm function, *Andrologia*, 2012, May, 44 Suppl 1, PP. 571–577.

10. Allrich, R. D., Christenson, R. K., Ford, J. J., Zimmerman, D. R. Pubertal development of the boar: testosterone, estradiol-17 $\beta$ , cortisol and LH concentrations before and after castration at various ages, *J. Anim. Sci.*, 1982, 55, PP. 1139–1146.
11. Borg, K. E., D. D. Lunstra, D. D., Christenson, R. K. Semen characteristics, testicular size, and reproductive hormone concentrations in mature Duroc, Meishan, Fengjing, and Minzhu boars, // *Biol Reprod*, 1993, 49, PP. 515–521.
12. Chacur, M. G. M., Oba, E. Heat stress in buffalo bulls *Bubalus bubalis*, evaluations of reproduction physiological characteristics, *Veterinária Notícias*, 2005, 11(1), PP. 111–112.
13. Chacur, M. G. M., Mizusaki, K. T., Filho, L. R. A. G., Oba, E., Ramos, A.A. Seasonal Effects on Semen and Testosterone in Zebu and Taurine Bulls, // *Acta Scientiae Veterinariae*, 2013, 41, PP. 1110.

© Кошурникова М. А., Березина Ю. А., Домский И. А., 2021

Статья поступила в редакцию 01.04.2021; одобрена после рецензирования 11.05.2021; принята к публикации 04.08.2021.

The article was submitted 01.04.2021; approved after reviewing 11.05.2021; accepted for publication 04.08.2021.

#### *Информация об авторах*

**Кошурникова Мария Александровна**, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, e-mail: [Koshurnikova@vnioz-kirov.ru](mailto:Koshurnikova@vnioz-kirov.ru);

**Березина Юлия Анатольевна**, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, e-mail: [uliya180775@bk.ru](mailto:uliya180775@bk.ru);

**Домский Игорь Александрович**, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова, e-mail: [vnioz43@mail.ru](mailto:vnioz43@mail.ru).

#### *Information about authors*

**Mariya A. Koshurnikova**, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher; Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming; e-mail: [Koshurnikova@vnioz-kirov.ru](mailto:Koshurnikova@vnioz-kirov.ru)

**Yuliya A. Berezina**, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher; Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming; e-mail: [uliya180775@bk.ru](mailto:uliya180775@bk.ru)

**Igor A. Domskiy**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher; Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming; e-mail: [vnioz43@mail.ru](mailto:vnioz43@mail.ru).

УДК 619:615:636.03

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-44-54

### Профилактика ацидоза коров пробиотическим препаратом и его влияние на молочную продуктивность

Елена Вячеславовна Курятова<sup>1</sup>, Ольга Николаевна Тюкавкина<sup>2</sup>,  
Олеся Валерьевна Груздова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет,  
Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> pmif@dalgau.ru, <sup>2</sup> korol2702@mail.ru, <sup>3</sup> gruzdova76@mail.ru

**Аннотация.** При инновационных способах развития молочного животноводства ацидоз чаще всего встречается зооветеринарным специалистам в скрытой форме и возникает, как правило, у высокопродуктивных животных. При условиях, что рацион сбалансирован и используются качественные корма, то любое желание, связанное с повышением молочной продуктивности, неизбежно повлечет за собой повышение количества скармливания животным концентрированных кормов. А при увеличении в рационе доли концентратов мы неминуемо встретимся с необходимостью контроля всех функциональных процессов рубцового пищеварения. Хорошая продуктивность – это всегда балансировка и стабильность. Данный процесс диктует необходимость постоянного присмотра за структурой рациона и его быстрым исправлением, среди которых, кроме всего прочего, использование пробиотических препаратов. Инновационные методы полноценного кормления животных, основанные на научных принципах, предполагают разумное последовательное составление рационов, глубоко продуманную, рассчитанную и взвешенную систему их реализации. Кормление коров означает, в первую очередь, питание и развитие микрофлоры, находящейся в желудочно-кишечном тракте, которая благоприятствует пищеварительным процессам при переваривании концентрированных и объемистых кормов, содержащих в большом количестве протеин, крахмал, целлюлозу и т. д. В данное время, для улучшения роста, развития и сохранения здоровья животных в их кормлении активно вводятся инновационные высокоактивные биологические добавки, среди которых прочную позицию занимают пробиотические препараты. Коровам с высокой продуктивностью необходимо полноценное кормление, так как у них обмен веществ протекает более интенсивно: в частности, их газообмен в 1,5–2 раза выше по сравнению с животными средней продуктивности, отмечается повышение артериального давления, учащение дыхательных движений и пульса. Это означает, что переутомление и изнашивание внутренних органов и всего организма в целом у коров протекает быстрее. А в результате, вследствие кормления, не соответствующего по качеству и рационам, не сбалансированным по питательности, макро- и микроэлементам, витаминам это приведет к значительным нарушениям обменных процессов, в том числе и нарушению рубцового пищеварения. В свою очередь, это вызовет развитие заболеваний, связанных с обменом веществ, таких как ацидоз, алкалоз, кетоз, ожирение, кахексию (истощение), алиментарное бесплодие и приведет к уменьшению сроков продуктивной эксплуатации животных от одной до максимум трех лактаций.

**Ключевые слова:** ацидоз, рубцовое содержимое, пробиотическая добавка, муцинол

**Для цитирования:** Курятова Е. В. Тюкавкина О. Н., Груздова О. В. Профилактика ацидоза коров пробиотическим препаратом и его влияние на молочную продуктивность // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 44–54.

### Prevention of acidosis in cows with a probiotic and its effect on dairy productivity

Elena V. Kuryatova<sup>1</sup>, Olga N. Tyukavkina<sup>2</sup>, Olesya V. Gruzdova<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> pmif@dalgau.ru, <sup>2</sup> korol2702@mail.ru, <sup>3</sup> gruzdova76@mail.ru

**Abstract.** With innovative methods of dairy farming developing, acidosis is most often found by zoo-veterinary specialists in a latent form and occurs, as a rule, in highly productive animals. When the diet is balanced and high-quality feed is used, then any desire associated with an increase in milk productivity will inevitably lead to an increase in the amount of concentrated feed fed to animals. And with an increase in the proportion of concentrates in the diet, we will inevitably meet with the need to control all the functional processes of ruminal digestion. Good productivity is always about balancing and stability. This process dictates the need for constant monitoring of the structure of the diet and its rapid correction, among which, the use of probiotic drugs. Innovative methods of full-fledged animal feeding, based on scientific principles, imply a reasonable consistent compilation of diets, a deeply thought-out calculated and balanced system of their implementation. Feeding cows means, first of all, the nutrition and development of their microflora located in the gastrointestinal tract, which favors their digestive processes when digesting of concentrated and voluminous feeds containing a large amount of protein, starch, cellulose, etc. Currently, innovative highly active biological additives are actively introduced into their feeding to improve the growth, development and preservation of animal health, among which probiotic drugs occupy a strong position. Cows with high productivity need full-fledged feeding, since their metabolism is more intense: in particular, their gas exchange is 1.5–2 times higher compared to animals of average productivity; there is an increase in blood pressure, increased respiratory movements and pulse. This means overwork and degeneration of the internal organs and the entire body as a whole proceeds faster for them. And as a result, due to feeding that is inappropriate in quality and diets that are not balanced in nutrition, macro- and microelements, vitamins, this will lead to significant violations of metabolic processes, including a violation of ruminal digestion. This, in turn, will cause the development of metabolic diseases, such as acidosis, alkalosis, ketosis, obesity, cachexia (exhaustion), alimentary infertility and will lead to a reduction in the terms of productive exploitation of animals from one to a maximum of three lactation.

**Keywords:** acidosis, ruminal content, probiotic supplement, mucinosis

**For citation:** Kuryatova E. V., Tyukavkina O. N., Gruzdova O. V. Prevention of acidosis in cows with a probiotic and its effect on dairy productivity. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 44–54.

**Введение.** Для повышения генетических возможностей животных, связанных с высокой продуктивностью, требуется, прежде всего, организовать их правильное питание, что выражается не только в его зависимости от количества корма, но и от качества его состава [6, 14]

Помимо этого, невозможно достичь полноценного питания, в частности у молодых животных, без использования в рационе лекарств и добавок, позитивно влияющих, в первую очередь, на микрофлору желудочно-кишечного тракта, пищеварительные железы, которые, в свою очередь, оказывают воздействие на обмен веществ и продуктивность животных [3].

В наше время существует множество различных пищевых добавок, которые предлагаются для применения в рационах жвачных животных с целью повышения их витаминно-минеральной, белковой, жировой, углеводной пищевой ценности. Но, к сожалению, они не всегда соответствуют своим целям, а их потребление реализуется без учета требований,

предъявляемым к правилам кормления и содержания животных, зоотехнического анализа данных об используемых продуктах питания, современных подходах стандартизированного кормления животных, что, как правило, создает благоприятные условия для развития патологических процессов, таких как алиментарные болезни, связанные с нарушением обмена веществ, иммунодефицитные состояния, и приводит к заболеваниям эндокринной и репродуктивной систем [5, 21].

Невзирая на то, что, в сущности, благотворное воздействие биологических добавок на микробиоциноз рубца жвачных животных в достаточной степени хорошо известно, потребность в исследовании их свойств, как уже существующих, так и новых пробиотических препаратов для жвачных животных остается достаточно важной задачей.

Учитывая вышеизложенное, считаем, что изготовление и применение в животноводстве высокоактивных биологических добавок и пробиотических пре-

паратов, которые можно вводить в состав комбикормов и рационов, положительно воздействующих на метаболизм и продуктивность сельскохозяйственных животных и биологическую безопасность продуктов питания животного происхождения, является для зооветеринарных специалистов архиважной задачей [13].

**Целью нашей работы** является анализ воздействия пробиотической кормовой добавки *Муцинол экстра* на зоотехнические показатели, количество и качество микрофлоры рубцового содержимого, эвентуальный резерв молочных коров и профилактическое воздействие этой добавки при субклинической форме ацидоза.

**Материал и методы исследования.** Исследования проводились в период 2016–2018 гг. на базе ОАО «Приамурье» Тамбовского района Амурской области. Было проведено научно-хозяйственное исследование и дан анализ воздействия новой пробиотической кормовой добавки *Муцинол экстра*, предназначенной для улучшения микрофлоры желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота, её влияния на молочную продуктивность животных и предотвращение скрытой формы ацидоза. В состав добавки входит лиофильно высушенная биомасса бактерий: *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *bifidobacterium globosum*, *enterococcus faecium* концентрацией  $10^{10}$  КОЕ/г. В качестве вспомогательных веществ используются лактоза и мальтодекстрин. *B. subtilis* и *B. licheniformis* – вырабатывают в желудочно-кишечном тракте ферменты, расщепляющие белки и полисахариды, способствуют выработке интерферона, смещают pH среды в щелочную сторону, подавляя при этом условно-патогенную микрофлору. Бифидумбактерии нормализуют микробиоценоз кишечника, поддерживают неспецифическую резистентность организма, участвуют в повышении процессов всасывания и реакциях обменного разложения жиров, белков, минералов, синтезируют биологические активные вещества и витамины. Энтерококки совершенствуют обмен веществ бродильного типа, расщепляют разнообразные полисахариды, образуя при этом не газ, а молочную кислоту, снижают кислотность среды [8].

Эмпирические исследования проводились в два этапа. Первый этап осуществ-

лялся на предмет решения вопроса о качестве кормов в хозяйстве. При этом были взяты, по общепринятой методике, средние пробы кормов, которыми проводилось кормление коров в первой фазе лактации, так называемое контрольное кормление. Исходя из результатов зоотехнического изучения проб кормов и контрольного кормления, был проанализирован реально существующий рацион, и дана его полная оценка.

На втором этапе в хозяйстве было скомплектовано две группы (по десять коров в каждой), подобранных по принципу пар-аналогов. Первая группа – «опытная 1», вторая «опытная 2». Животных первой опытной группы продолжали кормить рационом, принятым в хозяйстве (основной рацион). Коровам второй опытной группы к основному рациону добавляли кормовой пробиотик *Муцинол экстра* в дозе 40 грамм на одну голову в сутки, в часы утреннего кормления. Опыт продолжался в течение 60 дней.

У испытуемых животных, находящихся на первой фазе лактации, на протяжении всего опыта, определяли рубцовое содержимое по основным показателям: подсчет количества инфузорий проводили в камере Горяева; в аппарате Маркгама, путем возгонки, определяли общее количество летучих жирных кислот (далее – ЛЖК), активную кислотность (далее – pH) устанавливали pH-метром. Исследование рубцового содержимого (100–200 г) отбирали у четырех животных с каждой группы. Исследуемый материал получали ручным способом, используя стерильный зонд и не нарушая методы асептики и антисептики. Изучение данных показателей проводилось в динамике: в первый день (фоновый показатель), пятнадцатый, тридцатый, сорок пятый и шестидесятый день.

Вместе с получением содержимого рубца у коров проводилось контрольное доение. В молоке анализировали массовую долю жира по ГОСТ 5867-90, количество соматических клеток – по ГОСТ Р 54761-2011, белка – по ГОСТ 23327-98.

Кровь для биохимического анализа из подхвостовой вены отбирали до утреннего кормления, с использованием вакуумной системы для забора крови. При помощи анализаторов Furuno CA-400, RX

Daytona определяли в сыворотке крови общий билирубин, общий белок, резервную щелочность, глюкозу, кальций, фосфор, кетоновые тела, мочевины [1].

Полученные результаты исследований были обработаны математическими методами вариационной статистики с применением t-критерия Стьюдента, при неправильном ранжировании величин использовали непараметрический метод Уилкоксона-Манна-Уитни.

**Результаты исследований.** Выполненный зоотехнический анализ кормов выявил, что сенаж, силос и сено подходят ко второму и третьему классу по требованиям ГОСТ. К тому же, в сенаже и силосе, относящимся к сочным кормам, содержание органических кислот, таких как масляная и уксусная, было увеличено. Помимо этого, во всех исследованных кормах были определены соли тяжелых металлов: свинца, кадмия и никеля. На долю концентратов в структуре рациона приходилось 42,2 %. Таким образом, в период раздоя тип кормления коров был концентратным.

При исследовании у коров рубцового содержимого было определено, что ацидоз рубца возникает при концентратном типе кормления во время раздоя. В первый день опыта кислотная активность содержимого рубца (фоновый показатель) в среднем у обеих опытных групп была равна 6,1 (рис. 1). В дальнейшем на протяжении всего исследования в первой

опытной группе данный показатель изменялся незначительно и волнообразно, не достоверно увеличившись к 60 дню всего на 3 %. Во второй опытной группе увеличение данного показателя было по нарастающей поступательным и постепенным. Так, к 30 дню исследования он возрос на 10 % по отношению к фоновому показателю, а к 45 дню – на 13 %, достоверно ( $p \leq 0,05$ ) поднявшись до показателя физиологической нормы к 60 дню на 16 %.

Общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) в первый день в обеих группах составляло в среднем 6,2 ммоль на 100 мл (рис. 2) [11]. В первой опытной группе, также, как и в случае с кислотной активностью рубцового содержимого, данный показатель не достоверно волнообразно колебался в сторону увеличения в пределах от минимального значения (6,18 ммоль на 100 мл) до максимального (6,28 ммоль на 100 мл), достигая к 60 дню исследования 6,22 ммоль на 100 мл, что на 37,2 % ниже референтного значения.

Во второй же опытной группе общее количество ЛЖК неуклонно возрастало по отношению к фоновому значению к 15 дню на 0,17 ммоль на 100 мл, к 30 – на 15 %, к 45 – на 22 % с уровнем достоверности равным  $p \leq 0,05$ , а к 60 дню – на 36 % с достоверностью  $p \leq 0,01$ . Но, к сожалению, показатели нормы так и не были достигнуты на 16 %.

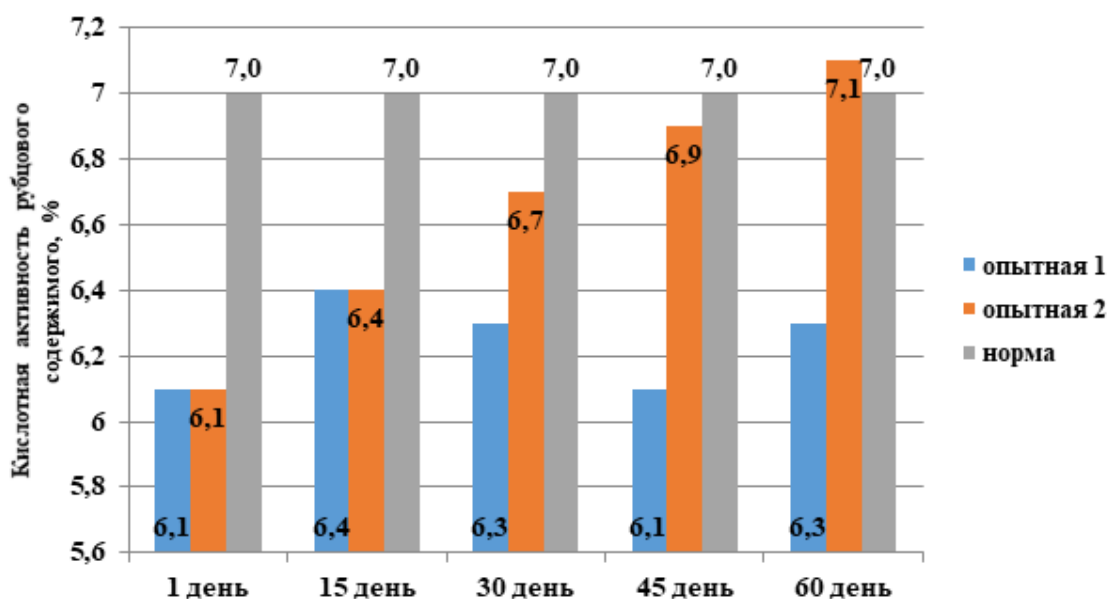


Рисунок 1 – Кислотная активность рубцового содержимого при применении пробиотической кормовой добавки *Муцинол экстра*

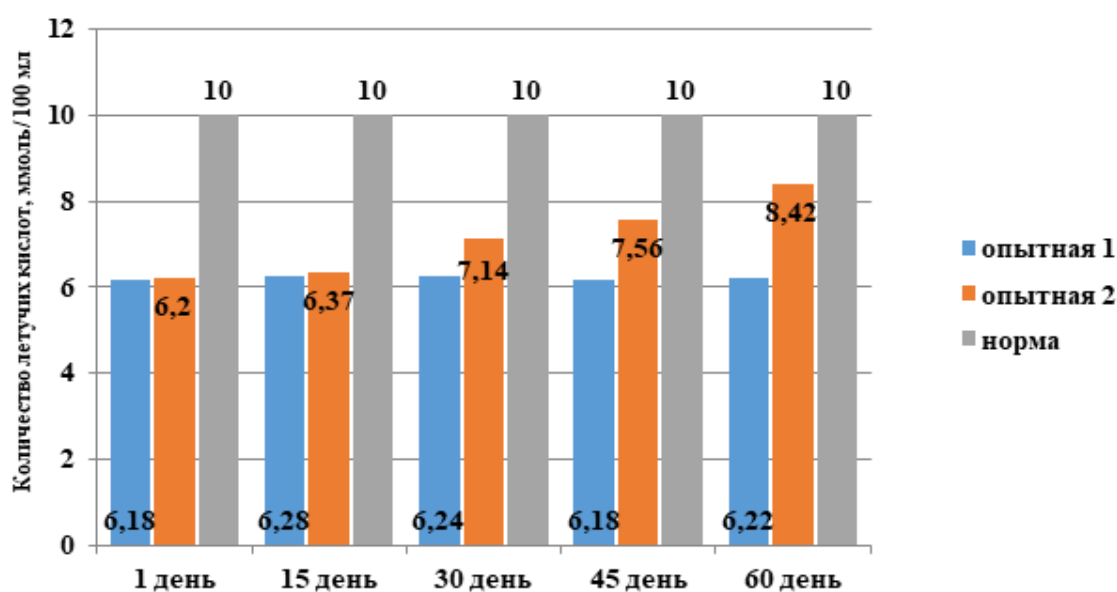


Рисунок 2 – Изменение общего количества летучих кислот при применении пробиотической кормовой добавки *Муцинол экстра*

Анализируя количество инфузорий в содержимом рубца, необходимо отметить следующее. Показатели, полученные в первый и 15 день исследования в обеих группах, незначительно и недостоверно отличались друг от друга, возрастая на 24 и 30 процентов в первой и второй группе соответственно (рис. 3). Начиная с 30 дня проведения экспериментальных исследований, во второй опытной группе данный показатель неукоснительно возрас-

тал, с различной степенью достоверности ( $p \leq 0,01$ ;  $p \leq 0,0001$ ): сначала в 2,5 раза, к 45 дню – в 3,8 раза, к 60 дню – в 4,56 раза по отношению к фоновому показателю. А в первой опытной группе он колебался, недостоверно увеличиваясь к 15 дню на 18 %, к 30 – на 12 %, к 45 дню снизился до фонового показателя и к 60 дню повысился на 5 тыс. на микролитр, по отношению к первому дню.

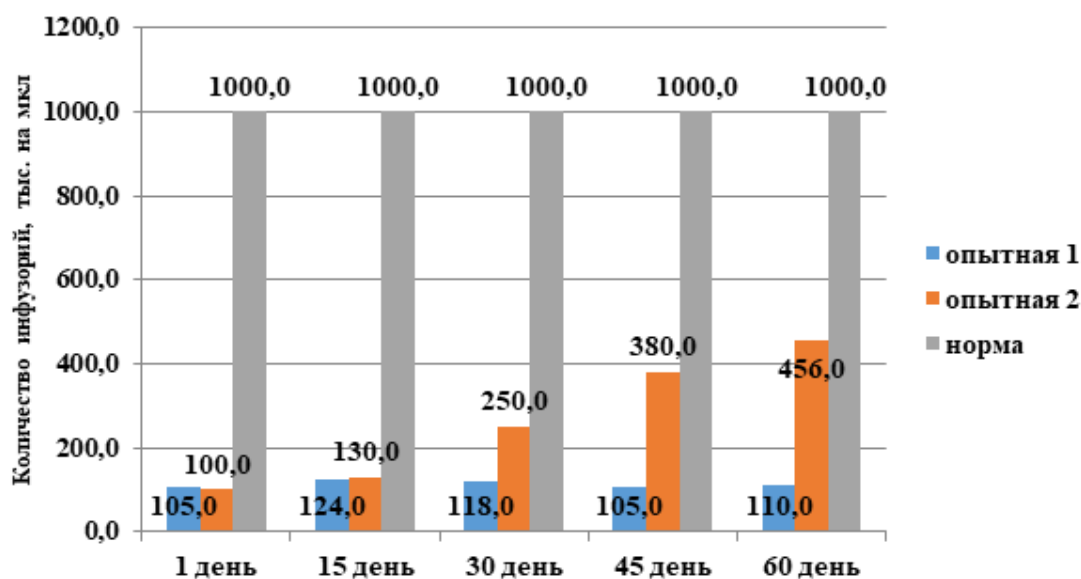


Рисунок 3 – Изменение количества инфузорий в содержимом рубца при применении пробиотической кормовой добавки *Муцинол экстра*

Полученные нами данные указывают на то, что использование кормовой добавки *Муцинол экстра* позитивно воздействует на пищеварительные процессы в рубце. Об этом свидетельствует увеличение кислотной активности на 60 день исследований на 13 % ( $p \leq 0,05$ ) по отношению к первой опытной группе. Одновременно с этим отмечалась нормализация микробиоза рубцового содержимого, проявляющегося возрастанием количества инфузорий. Так, на 60 день эксперимента во второй опытной группе численность инфузорий повысилась в 4,1 раза в сравнении с первой опытной группой в тот же период. Вместе с этим было обнаружено, что количество инфузорий крупных и средних размеров больше в содержимом рубца у животных второй опытной группы, против мелких и средних форм – в первой опытной группе. Показатель ЛЖК к 60 дню исследований во второй опытной группе, по отношению к первой, также возрос на 35 %. На наш взгляд, такие закономерности связаны с тем, что кормовая пробиотическая добавка *Муцинол экстра* создала условия для нормализации пищеварительных процессов в рубце.

Полученные в ходе исследований данные указывают, что показатели общего количества ЛЖК и рубцового содержимого не во всех отношениях целиком и полностью соответствуют референтным значениям, но имеется стойкая положительная динамика, и, по нашему мнению, эта тенденция должна закрепляться при дальнейшем использовании предлагаемого нами препарата с целью профилактики ацидоза крупного рогатого скота.

В первый день проведения эксперимента биохимическими исследованиями крови была установлена гипогликемия у 92 % животных обеих опытных групп, содержание мочевины в сыворотке крови было повышено у 75 % коров, а резервная щелочность уменьшена у 67 % животных. Выявленные изменения биохимических показателей крови позволили диагностировать метаболический ацидоз.

После включения в состав рациона коров в период раздоя кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра* произошли разительные изменения биохимических показателей крови у животных второй опытной группы, что выразилось в

возрастании значения показателя глюкозы в сыворотке крови с 2,01 до 3,02 ммоль/л. В первой опытной группе за весь опытный период рост этого показателя был менее значительным – с 1,95 до 2,41 ммоль/л. Увеличение количества глюкозы способствует понижению дефицита энергии, которая расходуется на обменные процессы и предупреждает процесс развития кетоза, а это обуславливает увеличение удоев, содержания в молоке жира и белка, и способствует увеличению массы животного [22, 23]

По результатам исследований сыворотки крови экспериментальных животных после применения кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра* в течение 60 дней выявлено, что у коров второй опытной группы фоновый показатель мочевины был равен  $7,2 \pm 0,38$  ммоль/л, после использования пробиотической добавки –  $3,8 \pm 0,24$  ммоль/л. То есть данный показатель достоверно уменьшился на 47,2 % ( $p < 0,01$ ), что равно среднему референтному значению для крупного рогатого скота (1,8–6,0 ммоль/л). В первой опытной группе снижение данного показателя произошло в меньшей степени – с  $6,9 \pm 0,49$  ммоль/л до  $4,8 \pm 0,52$  ммоль/л, то есть он находился на верхней границе показателей нормы. По нашему мнению, нормализация в сыворотке крови уровня мочевины объясняется тем, что биомасса бактерий, входящая в состав кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра*, в том числе и бифидобактерии, обладают способностью активно связывать аммиак и преобразовывать его в полнофункциональные микробные белки.

В сыворотке крови у животных, принимавших пробиотическую добавку, произошло несущественное увеличение количества общего белка – с  $81,2 \pm 1,79$  г/л, всего лишь на 5 %, тогда как в первой опытной группе показатель незначительно уменьшился – с  $80,46 \pm 3,35$  г/л (на 0,4 %). У животных второй опытной группы резервная щелочность крови имела стремление к росту с 26,11 до 30,23 об%  $\text{CO}_2$ , а в первой опытной группе увеличение составило с 26,23 до 27,47 об%  $\text{CO}_2$ . Резервная щелочность – это показатель одного из базовых параметров функциональности обменных процессов, происходящих в организме

животных. Он указывает на благотворное воздействие энергообменной пробиотической кормовой добавки на химико-биологические процессы в организме животных, в том числе и на минеральный обмен [16, 21].

Для того, чтобы провести оценку сбалансированности минерального питания в сыворотке крови экспериментальных животных, нами было проведено исследование таких показателей как содержание неорганического фосфора и общего кальция. Всасывание кальция происходит в тонком отделе кишечника с образованием с желчными кислотами комплексных соединений. Главное дело кальция – это образование его соединений с фосфорной кислотой, которые являются основой для костной ткани, и она же является депо кальция в организме. Поэтому даже незначительное уменьшение количества общего кальция в сыворотке крови будет способствовать значимым нарушениям в макроорганизме. Помимо этого, с

его обменом очень тесно связан фосфорный обмен, который крайне необходим для правильного естественного обмена белков, жиров и углеводов [4, 16].

На протяжении всего эксперимента мы отмечаем тенденцию к улучшению кальций-фосфорного соотношения с 1,4:1 до 1,6:1 (при референтном значении 1,5:1 до 2:1), у коров, которые получали пробиотическую кормовую добавку. Полученные данные подтверждаются исследованиями [12], которые в своих работах отмечали улучшения и стабилизацию минерального обмена в организме коров при скормливаниях дрожжевых пробиотиков. Так как во время лактации с молоком выделяется очень большое количество кальция, то в этот период потребность в нем резко возрастает. Нарушение же кальций-фосфорного соотношения, как правило, приводит к остеофиброзу, остеопорозу и остеомаляции, а, следовательно, и к уменьшению продуктивности [17].

**Таблица**

**Молочная продуктивность дойных коров при введении в рацион кормовой пробиотической добавки Муцинол экстра,  $M \pm m$ ;  $n=10$**

Показатель	Начало эксперимента	15 день	30 день	45 день	60 день
<b>Первая опытная группа</b>					
Среднесуточный удой, кг	19,7±1,70	20,0±1,36	22,0±1,36	24,0±2,07	24,0±2,70
Массовая доля жира, %	3,4±0,09	3,39±0,091	3,4±0,11	3,39±0,111	3,41±0,072
Массовая доля белка, %	3,22±0,033	3,22±0,041	3,23±0,052	3,23±0,033	3,23±0,042
Содержание соматических клеток, тыс. клеток на мл	580,5±78,56	594,7±95,16	588,7±92,14	592,1±89,4	596,5±92,18
<b>Вторая опытная группа</b>					
Среднесуточный удой, кг	19,9±1,50	21,0±2,14	24,5±1,82	26,5±2,05	28,5±1,68 *
Массовая доля жира, %	3,41±0,062	3,45±0,071	3,50±0,111	3,52±0,212	3,56±0,063
Массовая доля белка, %	3,22±0,044	3,24±0,071	3,28±0,063	3,29±0,315	3,31±0,072
Содержание соматических клеток, тыс. клеток на мл	592,2±88,12	452,2±64,51	320,4±68,34	284,0±71,23	250,7±68,51*

Примечание: \* – разница с контрольной группой на 60 день эксперимента достоверна при  $p \leq 0,05$ .

При применении кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра* изменилась и молочная продуктивность у животных. Полученные результаты указывают на то, что ее применение оказало на молочную продуктивность положительное влияние (таблица). Уже на 15 день у животных второй опытной группы среднесуточный удой был выше, чем у первой опытной группы на 5 %, на 30 день – на 11,4 %, на 45 – на 10,5 % и на 60 день – на 18,8 % ( $P < 0,05$ ). В целом с первого дня эксперимента и до последнего (шестидесятого) во второй опытной группе среднесуточные надои увеличились на 43 %, а в первой группе – на 22 %. Таким образом, четко прослеживается положительное влияние кормовой пробиотической добавки на среднесуточные удои. Полученные нами данные подтверждаются исследованиями австралийских ученых, которые отмечали повышение среднесуточного удоя молока у коров, потребляющих корм, обработанный пробиотическими препаратами [24].

Массовая доля жира в молоке у коров второй опытной группы была выше, по отношению к первой группе на 15 суток – на 2 %, на 30 – на 3 %, на 45 и 60 суток – на 4 %. За весь экспериментальный период во второй опытной группе значение этого показателя выросло на 4 %, тогда как в первой – осталось практически без изменений (увеличение составило 0,01 %). Тенденцию в сторону увеличения содержания жира в молоке при применении пробиотических препаратов отмечали и другие исследователи [18].

Массовая доля белка в молоке в обеих группах не достоверно волнообразно колебалась в сторону увеличения в пределах от  $3,22 \pm 0,033$  % до  $3,23 \pm 0,042$  % в первой опытной группе, и от  $3,22 \pm 0,044$  % до  $3,31 \pm 0,072$  % – во второй. Хотя в данной группе за все время исследований данный показатель увеличился на 3 %. Наши данные согласуются с результатами [19, 12], которые так же указывали на незначительное повышение массовой доли белка при применении микологических и пробиотических добавок.

Добавление в рацион животных кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра* содействовало достоверному ( $p \leq 0,05$ ) снижению в молоке коров числа соматических клеток во второй опытной группе на 58 % (с 592 тыс. клеток/мл в начале эксперимента до 251 тыс. клеток/мл на 60 день опыта). Напротив, в первой опытной группе наблюдалось увеличение данного показателя на 3 %. По нашему мнению, это, судя по всему, связано с активизацией пробиотической микрофлоры в желудочно-кишечном тракте и усилением его моторики. В этом случае, с показателем такого порядка, что был выявлен нами в конце эксперимента, молоко считается доброкачественным и соответствует требованиям Федерального закона от 12.06.2008 № 88-ФЗ для приготовления продукции высокого качества [7].

**Заключение.** Основываясь на полученных данных, можно сказать, что добавление к основному рациону коров, находящихся в первой фазе лактации, кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра*, в течение шестидесяти суток, способствует повышению молочной продуктивности на 43 %, содержанию уровня белка и жира в молоке на 3 % и 4 % соответственно, снижению количества содержания соматических клеток в молоке на 58 %.

Добавление в состав основного рациона кормовой пробиотической добавки *Муцинол экстра* улучшает биохимические показатели крови повышая кальций-фосфорное соотношение с 1,4:1 до 1,6:1, увеличивая количество общего белка на 5 %, а глюкозы – на 50 %, достоверно уменьшая количество мочевины на 47,2 % ( $p < 0,01$ ).

Использование кормовой добавки *Муцинол экстра* позитивно воздействует на пищеварительные процессы в рубце, достоверно повышая кислотную активность на 13 % ( $p \leq 0,05$ ), нормализуя микробиоз содержимого рубца, увеличивая количество инфузорий в 4,1 раза, повышая показатель ЛЖК на 35 %.

## Список литературы

1. Архипов, А. В. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : Методические рекомендации / А. В. Архипов, В. И. Левченко, Г. А. Таланов [и др.]. – Москва : КолосС, 2004. – 520 с.
2. Астахова, Д. П. Действие объемистых и концентрированных кормов, дрожжей рода *saccharomyces cerevisiae* на продуктивность и проявление рубцового ацидоза у молочных коров в переходный период : дис. на соиск. учён. степ. канд. с.-х. наук : 06.02.08 / Астахова Дарья Павловна ; Кубанский гос. аграрн. университет. – Краснодар, 2014. – 103 с.
3. Беляев, В. Влияние селена на гомеостаз телят, их продуктивность и качество мяса / В. Беляев, Н. Кузнецов // Молочное и мясное скотоводство. – 2005. – № 7. – С. 28–30.
4. Бетин, А. Ферментный препарат в рационах лакирующих коров / А. Бетин // Комбикорма. – 2017. – № 4. – С. 50–52.
5. Волков, Р. А. Влияние препарата «Комбиолак» на гематологические показатели животных / Р. А. Волков, В. П. Фролов // Матер. всерос. науч.-произв. конф. по актуал. пробл. ветеринарии и зоотехнии. – Казань, 2002. – С. 269–270.
6. Горбатова, К. К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов // К. К. Горбатова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2002. – 235 с.
7. Гумеров, А. Б. Молочная продуктивность коров при использовании пробиотических ферментных препаратов / А. Б. Гумеров, А. А. Белооков, О. Г. Лоретц [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 04 (171). – С.5–9.
8. Забокрицкий, Н. А. Обоснование целесообразности разработки нового фармакологического препарата для ветеринарии / Н. А. Забокрицкий // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 5 (159). – С. 29–31.
9. Лапотко, А. М. Конкретная проблема молочной отрасли – не доводить до «закисления» корову / А. М. Лапотко, А. Л. Зиновенко. – URL: <https://pandia.ru/text/77/513/61921.php>. (дата обращения: 02.08.2021).
10. Максимюк, Н. Н. Физиология кормления животных: Теории питания, прием корма, особенности пищеварения / Н. Н. Максимюк, В. Г. Скопичев. – Санкт-Петербург : Лань, 2004. – 256 с.
11. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / Под ред. проф. И. П. Кондрахина. – Москва : КолосС, 2004. – 520 с.
12. Миколайчик, И. Н. Практические аспекты применения микологических добавок в молочном скотоводстве / И. Н. Миколайчик, Л. А. Морозова, И. В. Арзин // Аграрный вестник Урала. – 2018. – №3 (170). – С.5.
13. Павленко, О. Б. Влияние пробиотика на количественный и качественный состав секрета здоровой молочной железы коров / О. Б. Павленко, Л. П. Миронова, В. Н. Василенко // Ветеринарная патология. – 2013. – № 1 (43). – С. 26–28.
14. Папуниди, К. Х. Эффективность применения препарата «Комбиолак» для коррекции нарушений обмена веществ у коров // К. Х. Папуниди, В. П. Фролов, О. А. Грачева [и др.] // Учёные записки КГАВМ им. Н. Э. Баумана. – 2004. – Т. 177. – С. 122–129.
15. Петрова, О. Г. Причины болезней высокопродуктивных коров / О. Г. Петрова, М. И. Барашкин, А. С. Макаримов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 1 (107). – С.28–30.
16. Попов, В. С. Динамика метаболитов обмена веществ и их коррекция в сухостойный период у коров / В. С. Попов, Н. В. Самбуров, Н. В. Воробьева // Вестник Курской ГСХА. – 2018. – № 2. – С. 38–43.
17. Псхациева, З. В. Минеральные вещества и пробиотики: современное применение / З. В. Псхациева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 4-1 (23). – С. 94–96.
18. Пушкарев, И. А. Эффективность скармливания кормовой добавки «Фузгисорб-15» лактирующим коровам в период раздоя / И. А. Пушкарев, К. В. Киреева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 12 (158). – С.100–103.
19. Силина, С. А. Сравнительная характеристика молочной продуктивности коров различной селекции в условиях Зауралья / С. А. Силина, С. Н. Кошелев // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи : материалы X Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, посвящённой 75-летию Курганской ГСХА имени Т. С. Мальцева / под общей редакцией С. Ф. Сухановой. – Курган : Издательство Курганской ГСХА, 2018. – С. 149–154.
20. Смолянинов, Ю. И. Влияние экспериментальной пробиотической кормовой добавки на молочную продуктивность коров / Ю. И. Смолянинов, Е. М. Сутулов, Д. С. Белый // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 11. – С. 40–44.

21. Шакиров, Ш. К., Животноводство: 200 вопросов и ответов : справочник // Ш. К. Шакиров, Ф. С. Гибадуллина, Н. Н. Хазипов [и др.]. – Казань : Центр инновационных технологий, 2017. – 180 с.
22. Crookenden, M. A. Short communication: proteins from circulating exosomes represent metabolic state in transition dairy cows / M. A. Crookenden, C. G. Walker, H. Peiris [et al.] // J. of Dairy Sci. – 2016. – Vol. 99. – №. 9. – PP. 7661–7668.
23. Krizsan, S. J. Effect of dietary supplementation with heat-treated canola meal on ruminal nutrient metabolism in lactating dairy cows / S. J. Krizsan, H. Gidlund, F. Fatehi [et al.] // J. of Dairy Sci. – 2017. – Vol. 100. – №. 10. – PP. 7478–7489.
24. Olchowy, T. W. J. The effect of a commercial probiotic product on the milk quality of dairy cows / T. W. J. Olchowy, M. Soust, J. Alawneh // Journal of Dairy Science. – 2019. – 102(3). PP. 2188–2195.

### References

1. Arkhipov, A. V., Levchenko, V. I., Talanov, G. A., Frolova, L. A., Novikov V. E. Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki: Metodicheskie rekomendatsii (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: Guidelines), Moscow, KolosS, 2004, 520 p.
2. Astakhova, D. P. Deistvie ob'emistykh i kontsentririvannykh kormov, drozhzhei roda *saccharomyces cerevisiae* na produktivnost' i proiavlenie rubtsovogo atsidoza u molochnykh korov v perekhodnyi period (The effect of concentrated and bulky feeds, yeast of the *Saccharomyces cerevisiae* genus on the productivity and manifestation of ruminal acidosis in dairy cows during the transition period), dis. na soisk. uchen. step. kand. s.-kh. nauk (PhD in Agricultural sci. diss) : 06.02.08 / Astakhova Dar'ia Pavlovna ; Kubanskii gos. agrarn. universitet, Krasnodar, 2014, 103 p.
3. Beliaev, V., Kuznetsov, N. Vliianie selena na gomeostaz teliat, ikh produktivnost' i kachestvo miasa (The influence of selenium on the homeostasis of calves, their productivity and quality of meat), *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo*, 2005, No 7, PP. 28–30.
4. Betin, A. Fermentnyi preparat v ratsionakh lakiruiushchikh korov (An enzyme preparation in the diets of lactating cows), *Kombikorma*, 2017, No 4, PP. 50–52.
5. Volkov, R. A., Frolov, V. P. Vliianie preparata «Kombiolaks» na gematologicheskie pokazateli zhivotnykh (The effect of the drug «Combiolax» on the hematological parameters of animals), mater. vseros. nauch.-proizv. konf. po aktual. probl. veterinarii i zootekhnii, Kazan', 2002, PP. 269–270.
6. Gorbatova, K. K. Fiziko-khimicheskie i biokhimicheskie osnovy proizvodstva molochnykh produktov (Physico-chemical and biochemical bases of dairy products production), Sankt- Peterburg: GIOR, 2002, P. 235.
7. Gumerov, A. B., Belookov, A. A., Loretts, O. G., Gorelik, O. V., Asenova, B. K. Molochnaia produktivnost' korov pri ispol'zovanii probioticheskikh fermentnykh preparatov (Dairy productivity of cows when using probiotic enzyme preparations), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2018, No 04 (171), PP. 5–9.
8. Zabokritskii, N. A. Obosnovanie tselesoobraznosti razrabotki novogo farmakologicheskogo preparata dlia veterinarii (Justification of the feasibility of developing a new pharmacological drug for veterinary medicine), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2017, No 5 (159), PP. 29–31.
9. Lapotko, A. M., Zinovenko, A. L. Konkretnaia problema molochnoi otrasli – ne dovodit' do «zakisleniia» korovu (A specific problem of the dairy industry is not to bring a cow to «acidification»), URL: <https://pandia.ru/text/77/513/61921.php>. (accessed: 02.08.2021)
10. Maksimiuk, N. N., Skopichev, V. G. Fiziologiya kormleniia zhivotnykh: Teorii pitaniia, priem korma, osobennosti pishchevareniia (Physiology of animal feeding: Theories of nutrition, feed intake, features of digestion), Sankt –Petersurg, Lan', 2004, 256 p.
11. Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki: Spravochnik (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: Reference book), pod red. prof. I. P. Kondrakhina, Moscow, KolosS, 2004, 520 p.
12. Mikolaichik, I. N., Morozova, L. A., Arzin, I. V. Prakticheskie aspekty primeneniia mikologicheskikh dobavok v molochnom skotovodstve (Practical aspects of mycological additives in dairy cattle), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2018, No 3 (170), P. 5.
13. Pavlenko, O. B., Mironova, L. P., Vasilenko, V. N. Vliianie probiotika na kolichestvennyi i kachestvennyi sostav sekreta zdorovoi molochnoi zhelezy korov (Influence of a probiotic on the quantitative and qualitative composition of the secretion of a healthy mammary gland of cows), *Veterinarnaia patologiya*, 2013, No 1 (43), PP. 26–28.
14. Papunidi, K. Kh., Frolov, V. P., Gracheva, O. A., Butore, Zh., Grachev, A. E. Effektivnost' primeneniia preparata «Kombiolaks» dlia korreksii narusheniia obmena veshchestv u korov (The effectiveness of the use of the drug «Combiolax» for the correction of metabolic disorders in cows), *Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Bauman*, 2004. Vol.177, Kazan', 2004, PP. 122–129.

15. Petrova, O. G., Barashkin, M. I., Makarimov, A. S. Prichiny boleznei vysokoproduktivnykh korov (Causes of diseases of highly productive cows), *Agrarnyi vestnik Urala*, 2013, No 1 (107), PP.28–30.
16. Popov, V. S., Samburov, N. V., Vorob'eva, N. V. Dinamika metabolitov obmena veshchestv i ikh korrektsiia v sukhostoinyi period u korov (Dynamics of metabolic metabolites and their correction in the dry period in cows), *Vestnik Kurskoi GSKhA*, 2018, No 2, PP. 38–43.
17. Pskhatsieva, Z. V. Mineral'nye veshchestva i probiotiki: sovremennoe primeneniye (Minerals and probiotics: current use), *Mezhdunarodnyi nauchno- issledovatel'skii zhurnal*. 2014, No 4-1 (23), PP. 94–96.
18. Pushkarev, I. A., Kireeva, K. V. Effektivnost' skarmlivaniia kormovoi dobavki «Fuzgisorb-15» laktiruiushchim korovam v period razdoia (The effectiveness of feeding the feed additive «Fuzgisorb-15» to lactating cows during the milk period), *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No 12 (158), PP.100–103.
19. Silina, S. A., Koshelev, S. N. Sravnitel'naia kharakteristika molochnoi produktivnosti korov razlichnoi selektsii v usloviakh Zaural'ia (Comparative characteristics of milk productivity of cows of various breeding in the conditions of the Trans-Urals), *Razvitie nauchnoi, tvorcheskoi i innovatsionnoi deiatel'nosti molodezh i: materialy Vsepocsiiskoi (natsional'noi) nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh, posviashchennoi 75-letiiu Kurganskoi GCXA imeni T. S. Mal'tseva, pod obshchei redaktsiei Sukhanovoi S. F. Kurgan, Izdatel'stvo Kurganskoi GCXA*, 2018, PP. 149–154.
20. Smolianinov, Iu. I., Sutulov, E. M., Belyi, D. S. Vliianie eksperimental'noi probioticheskoi kormovoi dobavki na molochnuiu produktivnost' korov (The effect of experimental probiotic feed additives on the milk production of cows), *Dostizheniia nauki i tekhniki APK*, 2008, No 11, PP. 40–44.
21. Shakirov, Sh. K., Gibadullina, F. S., Khazipov, N. N., Zakirov I. R. [i dr.] *Zhivotnovodstvo: 200 voprosov i otvetov: spravochnik (200 questions and answers: Reference book)*, Kazan', Tsentr innovatsionnykh tekhnologii, 2017, 180 p.
22. Crookenden, M. A., Walker, C. G., Peiris, H. [et al.] Short communication: proteins from circulating exosomes represent metabolic state in transition dairy cows, *Journal of Dairy Sci.*, 2016, Vol. 99, No. 9, PP. 7661–7668.
23. Krizsan, S. J., Gidlund, H., Fatehi, F. [et al.] Effect of dietary supplementation with heat-treated canola meal on ruminal nutrient metabolism in lactating dairy cows, *Journal of Dairy Sci.*, 2017, Vol. 100, No. 10, PP. 7478–7489.
24. Olchowy, T. W. J., Soust, M., Alawneh, J. The effect of a commercial probiotic product on the milk quality of dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 2019, 102(3): 2188–2195.

© Курятова Е. А., Тюкавкина О. Н., Груздова О. В., 2021

Статья поступила в редакцию 23.07.2021; одобрена после рецензирования 19.08.2021; принята к публикации 30.08.2021.

The article was submitted 23.07.2021; approved after reviewing 19.08.2021; accepted for publication 30.08.2021.

#### **Информация об авторах**

**Курятова Елена Вячеславовна**, кандидат ветеринарных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: pmif@dalgau.ru;

**Тюкавкина Ольга Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: korol2702@mail.ru;

**Груздова Олеся Валерьевна**, кандидат биологических наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: gruzdova76@mail.ru.

#### **Information about the authors**

**Elena V. Kuryatova**, Candidate of Veterinarian Sciences, Far Eastern State Agrarian University, e-mail: pmif@dalgau.ru;

**Olga N. Tyukavkina**, Candidate of Agricultural Sciences, Far Eastern State Agrarian University, e-mail: korol2702@mail.ru;

**Olesya V. Gruzdova**, Candidate of Biological Sciences, Far Eastern State Agrarian University, e-mail: gruzdova76@mail.ru.

УДК 619:343.148.27:577.115.3:665.223.9:599.742.7

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-55-63

### Анализ содержания жирных кислот в составе жира тигра амурского

Елена Николаевна Любченко<sup>1</sup>, Ирина Павловна Короткова<sup>2</sup>,  
Александр Анатольевич Кожушко<sup>3</sup>, Руслан Алексеевич Жилин<sup>4</sup>,  
Дмитрий Валентинович Капралов<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Приморский край, Уссурийск, Россия

<sup>1</sup> LyubchenkoL@mail.ru, <sup>2</sup> Korotkovaira@mail.ru, <sup>3</sup> shurban.12@mail.ru, <sup>4</sup> zhilin.r@mail.ru,

<sup>5</sup> d-kapralov@bk.ru

**Аннотация.** Целью судебно-ветеринарной экспертизы является использование всего комплекса знаний и специальных методов исследований для решения конкретных задач экспертизы. Органолептические и химические показатели жира используют для идентификации и определения видовой принадлежности животных при проведении судебно-ветеринарной (биологической, зоологической) и ветеринарно-санитарной экспертизы. Материалом для исследования послужил подкожный и полостной жир самцов тигра амурского, в котором методом газовой хроматографии определено количество жирных кислот. Проведен анализ полученных результатов в сравнении с литературными данными по исследованию жира других животных и установлено, что кислотный состав жира тигра амурского отличается от такового у некоторых животных региона. Проведенные исследования позволили впервые определить химические свойства жира тигра амурского с целью установления видовой принадлежности при проведении судебно-ветеринарной экспертизы. В жире тигра амурского преобладали пальмитиновая, стеариновая и олеиновая жирные кислоты, при низком содержании полиненасыщенных жирных кислот, что отличает его от жира других животных Приморского края.

**Ключевые слова:** тигр амурский, жир, жирные кислоты

**Для цитирования:** Любченко Е. Н., Короткова И. П., Кожушко А. А., Жилин Р. А., Капралов Д. В. Анализ содержания жирных кислот в составе жира тигра амурского // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 55–63.

### Analysis of fatty acids content in the fat of amur tiger

Elena N. Lyubchenko<sup>1</sup>, Irina P. Korotkova<sup>2</sup>, Aleksandr A. Kozhushko<sup>3</sup>,  
Ruslan A. Zhilin<sup>4</sup>, Dmitry V. Kapralov<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Primorskaya State Academy of Agriculture, Primorsky Krai, Ussuriysk, Russia

<sup>1</sup> LyubchenkoL@mail.ru, <sup>2</sup> Korotkovaira@mail.ru, <sup>3</sup> shurban.12@mail.ru, <sup>4</sup> zhilin.r@mail.ru,

<sup>5</sup> d-kapralov@bk.ru

**Abstract.** The purpose of a forensic veterinary examination is to use the entire range of knowledge and special research methods to solve specific problems of examination. The organoleptic and chemical fat indicators are used to identify and determine the species of animals during forensic-veterinary (biological, zoological) and veterinary-sanitary examination. The material for the study was the subcutaneous and cavernous fat of the Amur tiger males, in which the amount of fatty acids was determined by gas chromatography. The analysis of the obtained results was carried out in comparison with the literature data on the study of fat from other animals and it was found that the acid composition of the Amur tiger fat differed from that in some animals of the region. For the first time the conducted studies allowed to determine the chemical properties of the Amur tiger fat in order to establish the species during the forensic and veterinary examination. The fat of the Amur tiger was dominated by palmitic, stearic and oleic fatty acids with a low content of polyunsaturated fatty acids, which distinguished it from the fat of other animals of Primorsky Krai.

**Keywords:** amur tiger, fat, fatty acids

**For citation:** Lyubchenko E. N., Korotkova I. P., Kozhushko A. A., Zhilin R. A., Kapralov D. V. Analysis of fatty acids content in the fat of amur tiger. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 55–63.

**Введение.** Преступления против дикой природы относятся к проблемам мирового уровня, так как угрожают всем экосистемам, участвующим в сохранении жизни на Земле. Потребность в проведении биологических и ветеринарных экспертиз в отношении объектов дикой природы и особенно редких и исчезающих видов возникла на территории Дальнего Востока в начале XXI века в связи с необходимостью ужесточения контроля над браконьерством, контрабандой и нелегальной торговлей дикими животными, их частями и дериватами, а также для адекватного наказания за эти правонарушения [3].

В судебной экспертизе диких животных, кроме основных, используются и такие специальные методы, как идентификация, при котором устанавливается вид животного по внешнему виду, промерам, рисунку шерстного покрова, характерным особенностям [5]. Но на практике наблюдается предоставление на экспертизу расчлененного трупа либо его дериваты. Целенаправленное отделение частей тела животного производится после совершения его убийства с целью вывоза с места охоты и его сокрытия [3]. Обнаружение лишь некоторых частей трупа животного без шкуры осложняет расследование, но можно использовать познания анатомических признаков. При наличии лишь небольших частей мяса, жира, внутренних органов, успешным бывает применение лабораторных методов определения видовой принадлежности объектов биологического происхождения, что является актуальным при проведении биологических экспертиз.

Дикие животные Приморского края: медведи – бурые (*Ursus arctos*) и гималайские (*Ursus thibetanus*), дикие кабаны (*Sus scrofa*), барсуки (*Meles meles*), пятнистые олени (*Cervus nippon*) являются кормовой базой амурского тигра. Трупы вышеуказанных животных и их фрагменты становятся биологическим материалом для судебно-биологических или ветеринарных экспертиз, целью которых часто является

установление принадлежности к данному виду животного.

В связи с этим, целью нашей научной работы стало проведение анализа содержания жирных кислот в жире тигра амурского. Для достижения поставленной цели поставлены и решены задачи:

1. Установить содержание жирных кислот в жире тигра амурского.

2. Провести сравнительный анализ жирных кислот в жире тигра амурского.

3. Провести сравнительный анализ жирных кислот жира тигра амурского и некоторых других животных.

Насыщенные (или предельные жирные кислоты) – это одноосновные жирные кислоты, в структуре которых отсутствуют двойные связи между соседними атомами углерода [9]. Ненасыщенные жирные кислоты (или непредельные жирные кислоты) – это жирные кислоты, которые содержат одну двойную связь в цепи молекул жирной кислоты. В зависимости от насыщенности, они делятся на две группы: мононенасыщенные жирные кислоты, содержащие одну двойную связь и полиненасыщенные жирные кислоты, содержащие более чем одну двойную связь [10].

**Материалы и методы.** Объектами исследования стали трупы самцов тигра амурского (*Panthera tigris altaica*), которые, в соответствии с направлением Министерства лесного хозяйства и охраны животного мира Приморского края, доставлялись для ветеринарной экспертизы в Центр диагностики болезней животных Института животноводства и ветеринарной медицины Приморской государственной сельскохозяйственной академии. Материалом для исследования послужил подкожный и полостной жир самцов тигра амурского. Подкожный жир отбирали с области спины и грудной клетки, а в состав полостного включили жир сальника и из паховой области.

Определение видовой принадлежности, пола и возраста животных проводилось путём сравнения с литературными источниками и систематикой млекопитаю-

щих [12]. Патологоанатомическое вскрытие и исследование внутренних органов проводили по методикам, предложенным Любченко и др. (2019) [7, 8].

Состояние жира в туше определяли в момент отбора образцов по цвету, запаху и консистенции в соответствии с ГОСТ 7269-2015. Показатели качества определяли в процентном отношении от суммы жирных кислот и по сумме изомеров методом газовой хроматографии [2]. Определение жирно-кислотного состава в жире проводили в условиях Приморской межобластной ветеринарной лаборатории на газовом хроматографе «Кристалл-5000.2» в соответствии с ГОСТ Р 55483-2013.

При проведении патологоанатомического вскрытия проводилось цифровое фотографирование фотоаппаратом SONY NEX-7 [5].

**Результаты и обсуждение.** Внешний вид подкожного жира у исследуемых самцов тигра амурского в возрасте до пяти лет представлен в виде плотных, эластичных пластов, обильно расположенных преимущественно в области паховой и брюшной области, но у отдельных особей (2) наблюдали значительные отложения жира по всему периметру туловища. Цвет подкожного жира варьировал от белого до белого с розоватым оттенком, запах – нежный специфический (рис. 1).



Рисунок 1 – Подкожный жир тигра амурского (*Panthera tigris altaica*) (фото авторов)



Рисунок 2 – Полостной жир (паховая область) тигра амурского (*Panthera tigris altaica*) (фото авторов)

Полостной жир находился в значительном количестве в брюшной полости на сальнике, в области паха и вокруг почек, а в грудной полости – на перикарде в виде плотных наложений, неоднородного цвета: от светло-розового до серого и темно-серого. Запах полостного жира преимущественно кислый, особенно это выражено у жира из брюшной полости (рис. 2).

При хроматографическом разделении определили в подкожном и полостном жире самцов тигра амурского массу долю жирных кислот от суммы жирных кислот (табл. 1).

При анализе представленных в таблице результатов исследования установили, что в подкожном жире у самцов тигра амурского преобладали пальмитиновая  $C_{16:0}$  (24,9 %) и стеариновая  $C_{18:0}$

(19,60 %) – насыщенные жирные кислоты и олеиновая  $C_{18:1}$  (мононенасыщенная жирная кислота), которая составила 18,4 % от общего количества жирных кислот. Из ненасыщенных жирных кислот в подкожном жире также содержались: линолевая  $C_{18:2}$  (3,77 %), пальмитолеиновая  $C_{16:1}$  (3,90 %), и в незначительном количестве линоленовая  $C_{18:3n3}$  (0,48 %) и миристолеиновая  $C_{14:1}$  (0,33 %) кислоты.

Ненасыщенных жирных кислот в подкожном жире у самцов тигра амурского содержалось  $26,8 \pm 3,92$ , а насыщенных –  $48,3 \pm 5,20$ . При этом количество полиненасыщенных жирных кислот по отношению к мононенасыщенным жирным кислотам составило 1:5,7, а количество ненасыщенных жирных кислот к насыщенным в подкожном жире – 1:1,87.

Таблица 1

Массовая доля жирных кислот жира самцов тигра амурского

Наименование основных жирных кислот	Содержание в подкожном жире, %	Содержание в полостном жире, %
<b>Ненасыщенные (непредельные) кислоты</b>		
<i>полиненасыщенные</i>		
Линолевая $C_{18:2}$	3,77±0,79	3,73±0,78
Линоленовая $C_{18:3n3}$	0,48±0,10	0,50±0,10
<i>мононенасыщенные</i>		
Олеиновая $C_{18:1}$	18,4±3,85	16,5±3,46
Пальмитолеиновая $C_{16:1}$	3,90±0,83	3,30±0,68
Миристолеиновая $C_{14:1}$	0,33±0,06	0,37±0,07
Деценивая $C_{10:1}$	0,12 ±0,02	0,19±0,03
<b>Итого ненасыщенных</b>	<b>27,0 ±3,10</b>	<b>24,6 ±2,77</b>
<b>Насыщенные (предельные) кислоты</b>		
Арахидовая $C_{20:0}$	0,07±0,01	0,20±0,04
Миристиновая $C_{14:0}$	3,11±0,65	2,60±0,54
Пальмитиновая $C_{16:0}$	24,91±5,23	23,70±4,90
Стеариновая $C_{18:0}$	19,60±4,11	18,60±3,91
Лауриновая $C_{12:0}$	0,57±0,11	0,56± 0,11
Бегеновая $C_{22:0}$	0,30±0,06	0,31±0,06
Каприловая $C_{8:0}$	0,05±0,01	0,06±0,01
Каприновая $C_{10:0}$	0,09±0,01	0,11±0,02
Капроновая $C_{6:0}$	0,04±0,01	0,06±0,01
Маргариновая $C_{17:0:1}$	1,52±0,31	2,40±0,05
Пентадекановая $C_{15:0:1}$	0,47±0,09	0,50±0,10
<b>Итого насыщенных</b>	<b>50,73±2,23</b>	<b>49,10±2,12</b>

Таблица 2

**Соотношение основных жирных кислот в жире амурского тигра**

Основные жирные кислоты	Содержание в подкожном жире, %	Содержание в полостном жире, %
Мононенасыщенные, МНЖК	22,75	20,36
Полиненасыщенные, ПНЖК	4,25	4,23
Насыщенные, НЖК	50,73	49,10
<b>Соотношение ПНЖК:МНЖК:НЖК</b>	<b>1:5.3:0.4</b>	<b>1:4.8:0.4</b>

В полостном жире преобладают насыщенные жирные кислоты: пальмитиновая  $C_{16:0}$  (23,70 %) и стеариновая  $C_{18:0}$  (18,60%), и из ненасыщенных – олеиновая  $C_{18:1}$  (мононенасыщенная жирная кислота), составляющая 16,50 % от общего количества жирных кислот.

Из ненасыщенных жирных кислот в полостном жире также обнаружены: линолевая  $C_{18:2}$  (3,73 %), пальмитолеиновая  $C_{16:1}$  (3,30 %), и в незначительном количестве линоленовая  $C_{18:3n3}$  (0,50 %) и миристолеиновая  $C_{14:1}$  (0,37 %) кислоты.

Количество ненасыщенных жирных кислот полостного жира составило  $24,4 \pm 3,42$ , а насыщенных –  $45,6 \pm 4,93$ . Количество полиненасыщенных жирных кислот по отношению к мононенасыщенным составило 1:4,81, а количество ненасыщенных жирных кислот к насыщенным в полостном жире составило 1:1,99. Соотношение насыщенных жирных кислот полостного и подкожного жира составило 1:1,03, а ненасыщенных – 1,0.9. Соотношение полиненасыщенных, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот подкожного и полостного жира тигра амурского представлено в таблице 2.

В подкожном и полостном жире самцов тигра амурского преобладают пальмитиновая  $C_{16:0}$ , стеариновая  $C_{18:0}$  и олеиновая  $C_{18:1}$  жирные кислоты, что соответствует результатам исследования Л. В. Пешук (2011) о высоком содержании в животных жирах пальмитиновой  $C_{16:0}$ , стеариновой  $C_{18:0}$  и олеиновой кислот  $C_{18:1}$  [11]. Сумма указанных кислот может превышать три четверти от общей суммы жирных кислот, входящих в состав жира, что и подтверждают результаты наших исследований.

Пальмитиновая кислота относится к насыщенным жирным кислотам, входит в состав триглицеридов большинства жи-

вотных жиров (например, жир говяжий содержит 24,9 % пальмитиновой кислоты, жир свиной – 23,8 %) [9].

Трупы, фрагменты диких животных и их дериваты являются биологическим материалом при проведении биологических или ветеринарных экспертиз, когда требуется установить принадлежность к конкретному виду животного. При дифференциальной диагностике, помимо анатомических особенностей, учитываются органолептические, физические и химические свойства жира.

Подкожный жир (сало) дикого кабана визуально отличается от жира тигра. Он более плотный, саловидный, имеет серо-розовую с желтым оттенком окраску и специфический запах, что характерно и для жира из брюшной полости, поэтому идентифицировать его от жира тигра не представляет затруднений.

Жир, как подкожный (сало), так и из брюшной полости, гималайского медведя имеет чисто белый цвет, местами с легким желтоватым оттенком, мягкой и нежной консистенции (рис. 3).

При исследовании медвежьего жира выявлено, что в его состав входит ряд насыщенных жирных кислот: пальмитиновая – 20 %, стеариновая – 8 %, миристиновая – 1,5 %. Из ненасыщенных кислот в медвежьем жире присутствуют: линолевая – 15 %, линоленовая – 25 % и олеиновая – 20 % кислоты [6], в то время как у тигра амурского эти показатели составили: пальмитиновая  $C_{16:0}$  – 24,91 %, стеариновая  $C_{18:0}$  – 19,60 %, линолевая  $C_{18:2}$  – 3,77 %, линоленовая  $C_{18:3n3}$  – 0,48 %, олеиновая  $C_{18:1}$  – 18,4 %. На основании этого можно сделать заключение, что имеются различия в содержании стеариновой, линоленовой и линолевой жирных кислот у медведя и тигра амурского.

Рисунок 3 – Жир гималайского медведя (*Ursus thibetanus*) (фото авторов)

Таблица 3

Содержание жирных кислот в жире некоторых диких животных  
(Пешук, 2011; Коротков, 2020)

Жир	Содержание основных жирных кислот, %			Соотношение основных жирных кислот
	МНЖК	ПНЖК	НЖК	МНЖК:ПНЖК:НЖК
Медвежий	57,34	23,76	18,90	1:0,4:0,3
Дикого кабана	35,33	10,20	47,87	1:0,3:1,3
Барсучий	57,92	21,87	20,21	1:0,4:0,4
Пятнистый олень	34,90	8,02	57,06	1:4,3:0,6
Водяной олень	22,48	18,12	59,40	1:1,2:0,4

Из данной таблицы видно, что жирные кислоты жира тигра амурского распределены не так равномерно, как у всеядных животных, при этом в жире дикого кабана так же, как и у тигра, преобладают насыщенные жирные кислоты. Соотношение мононенасыщенных, полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот подкожного жира тигра составило 1:5,3:0,4, а полостного – 1:4,8:0,4. Отличительной особенностью жира тигра амурского является низкое содержание полиненасыщенных жирных кислот, что может быть использовано при дифференциальной диагностике в судебной и биологической экспертизе.

Жировая ткань пятнистого оленя имеет белый цвет, твердую консистенцию, слабый запах, характерный для сала-сырца [1]. По данным Е. А. Короткова (2020), в жире пятнистого оленя (*Cervus nippon*), как в подкожном, так и в полостном, преобладают насыщенные жирные кислоты,

представленные в большинстве случаев: пальмитиновой  $C_{16:0}$  (31,25 % и 31,90 %) и стеариновой  $C_{18:0}$  (22,70 % и 34,05 %) кислотами. В подкожном жире водяного оленя (*Hydropotes inermis*) преобладает олеиновая  $C_{18:1}$  (мононенасыщенная) жирная кислота (45,07 %), а в полостном жире большую часть жирных кислот составляют пальмитиновая  $C_{16:0}$  (16,58 %) и стеариновая  $C_{18:0}$  (17,74 %) кислоты [13]. В жире тигра амурского, как подкожном, так и в полостном, также преобладают насыщенные жирные кислоты – пальмитиновая  $C_{16:0}$  и стеариновая  $C_{18:0}$ , но их количество значительно меньше, чем в жире исследуемых оленей.

**Выводы:**

1. В подкожном и полостном жире у самцов тигра амурского преобладали пальмитиновая  $C_{16:0}$  (24,3 %), стеариновая  $C_{18:0}$  (19,1 %) и олеиновая  $C_{18:1}$  (17,4 %) жирные кислоты, с характерным низким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (4,2 %).

2. У тигра амурского содержание пальмитиновой, олеиновой и стеариновой жирных кислот в подкожном жире больше в 1,06 раза, чем в полостном. При этом общее количество насыщенных жирных

кислот подкожного и полостного жира больше в 1,9 раза, чем ненасыщенных.

3. У тигра амурского количество насыщенных жирных кислот больше в 2,6 раза, чем у медведя, и в 1,04 раза, чем у кабана; а ненасыщенных в 2 раза меньше, чем у медведя и кабана. В отличие от жира пятнистого и водяного оленей, в жире тигра амурского количество насыщенных жирных кислот меньше в 1,2 раза, что и определяет его индивидуальные особенности.

**Список литературы**

1. Богачёв, А. С. Желчь медведя, хвост оленя, струя кабарги, жир барсука: характеристика, способы обработки, народные рецепты / А. С. Богачёв, С. А. Богачев. – Уссурийск : ПСХИ, 1993. – 52 с.
2. ГОСТ Р 55483-2013. Мясо и мясные продукты. Определение жирно-кислотного состава методом газовой хроматографии. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 14 с.
3. Дмитриева, О. А. Основы экспертизы диких животных / О. А. Дмитриева, П. В. Фоменко, С. В. Арамилев. – Владивосток : Апельсин, 2012. – 127 с.
4. Животные жиры – это... Виды, состав, польза и вред. – URL: <https://fb.ru/article/451138/jivotnyie-jiryi> (дата обращения: 18.01.2021).
5. Иванчук, Г. В. Использование цифрового фотографирования в судебной ветеринарной экспертизе / Г. В. Иванчук // Качество образования и инновации в аграрных вузах Дальневосточного федерального округа : материалы региональной научно-методической конференции (Уссурийск, 19-21 марта 2007 г.). – Уссурийск : Приморская ГСХА, 2007. – С. 136–137.
6. Калорийность жир медвежий. Химический состав и пищевая ценность. – URL: [https://health-diet.ru/table\\_calorie\\_users/705989/](https://health-diet.ru/table_calorie_users/705989/) (дата обращения: 24.12.2020).
7. Латыпов, Д. Г. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза : Учебное пособие / Д. Г. Латыпов, О. Т. Муллакаев, И. Н. Залялов. – Санкт-Петербург : Лань, 2017. – 456 с.
8. Морфометрические исследования диких кошачьих Дальнего Востока : учебное пособие / Е. Н. Любченко, И. П. Короткова, Г. В. Иванчук [и др.]. – Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – 95 с.
9. О жирах и маслах. Часть 1. Жиры насыщенные, мононенасыщенные, полиненасыщенные, трансжиры. – URL: <https://kulinarium.livejournal.com/21078.html> (дата обращения: 06.01.2021)
10. Пешук, Л. В. Исследование жирнокислотного состава отдельных видов животного сырья / Л. В. Пешук, И. Г. Радзиевская // Инновационные технологии в пищевой промышленности. – Минск, 2011. – С. 214–222.
11. Содержание пальмитиновой кислоты в сале и животных жирах. – URL: <https://fitaudit.ru/categories/fts/palmitic> (дата обращения: 25.01.2021).
12. Соколов, В. Е. Систематика млекопитающих. Отряды китообразных, хищных, хоботных, даманов, сирен, парнокопытных, мозолоногих, непарнокопытных : учеб. пособие / В. Е. Соколов. – Москва : Высшая школа, 1979. – 528 с.
13. Korotkov, E., Lyubchenko, E., Korotkova, I. Organoleptic and physicochemical properties of fat of some deer in Primorsky Krai, DOI.org/10.1051/e3sconf/202021709007, Environmental

Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2020): International Scientific and Practical Conference –09007(2020), V. 217.

14. List of unsaturated fatty acids. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unsaturated\\_fatty\\_acids](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unsaturated_fatty_acids) (дата обращения: 6.01.2021).

### References

1. Bogachev, A. S., Bogachev, S. A. Zhelch' medvedia, khvost olenia, struia kabargi, zhir barsuka: kharakteristika, sposoby obrabotki, narodnye retsepty (Bear bile, deer tail, musk deer stream, badger fat: characteristics, processing methods, folk recipes), Ussuriisk, PSKhI, 1993, 52 p.

2. GOST R 55483-2013. Miaso i miasnye produkty. Opredelenie zhirno-kislotnogo sostava metodom gazovoi khromatografii, Moscow, Standartinform, 2019, 14 p.

3. Dmitrieva, O. A., Fomenko, P. V., Aramilev, S. V. Osnovy ekspertizy dikikh zhivotnykh (Fundamentals of Wildlife Examination), Vladivostok, Apel'sin, 2012, 127 p.

4. Zhivotnye zhiry – eto... Vidy, sostav, pol'za i vred (Animal fats are ... Types, composition, benefits and harms), URL: <https://fb.ru/article/451138/jivotnyie-jiryi> (data obrashcheniia: 18.01.2021).

5. Ivanchuk, G. V. Ispol'zovanie tsifrovogo fotografirovaniia v sudebnoi veterinarnoi ekspertize (Use of digital photography in forensic veterinary examination), Kachestvo obrazovaniia i innovatsii v agrarnykh vuzakh Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga : materialy regional'noi nauchno-metodicheskoi konferentsii (Ussuriisk, 19–21 marta 2007 g.), Ussuriisk, Primorskaia GSKhA. 2007, PP. 136–137.

6. Kaloriiinost' zhir medvezhii. Khimicheskii sostav i pishchevaia tsennost' (Caloric content of bear fat. Chemical composition and nutritional value), URL: [https://health-diet.ru/table\\_calorie\\_users/705989/](https://health-diet.ru/table_calorie_users/705989/) (data obrashcheniia: 24.12.2020).

7. Latypov, D. G., Mullakaev, O. T., Zaliyalov, I. N. Sudebnaia veterinarno-sanitarnaia ekspertiza : Uchebnoe posobie (Forensic veterinary and sanitary examination : Textbook), Sankt-Petersburg, Lan', 2017, 456 p.

8. Morfometricheskie issledovaniia dikikh koshach'ikh Dal'nego Vostoka: uchebnoe posobie (Morphometric studies of wild felines in the Far East: textbook), E. N. Liubchenko, I. P. Korotkova, G. V. Ivanchuk, N. S. Kuharenko, R. A. Zhilin, A. A. Kozhushko, Ussuriisk, Primorskaia gosudarstvennaia sel'skokhoziaistvennaia akademiia, 2019, 95 p.

9. O zhirakh i maslakh. Chast' 1. Zhiry nasyshchennye, mononenasyshchennye, polinenasyshchennye, transzhiry (About fats and oils. Part 1, saturated fats, monounsaturated fats, polyunsaturated fats, trans fats), URL: <https://kulinarium.livejournal.com/21078.html> (data obrashcheniia: 06.01.2021)

10. Peshuk, L. V., Radzievskaia, I. G. Issledovanie zhirnokislotnogo sostava otdel'nykh vidov zhivotnogo syr'ia (Study of the fatty acid composition of certain types of animal raw materials), Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti, Minsk, 2011, PP. 214–222.

11. Soderzhanie pal'mitinovoi kisloty v sale i zhivotnykh zhirakh, URL: <https://fitaudit.ru/categories/fts/palmitic> (data obrashcheniia: 25.01.2021).

12. Sokolov, V. E. Sistematika mlekopitaiushchikh. Otriady kitoobraznykh, khishchnykh, khobotnykh, damanov, siren, parnokopytnykh, mozolenogikh, neparnokopytnykh : ucheb. posobie (Taxonomy of mammals. Groups of cetaceans, carnivores, proboscis, hyraxes, sirens, artiodactyls, calluses, equids: textbook), Moscow, Vysshaia shkola, 1979, 528 p.

13. Korotkov, E., Lyubchenko, E., Korotkova, I. Organoleptic and physicochemical properties of fat of some deer in Primorsky Krai, DOI.org/10.1051/e3sconf/202021709007, Environmental Risks and Safety in Mechanical Engineering (ERSME-2020): International Scientific and Practical Conference –09007(2020), V. 217.

14. List of unsaturated fatty acids, URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unsaturated\\_fatty\\_acids](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unsaturated_fatty_acids) (data obrashcheniia: 06.01.2021).

© Любченко Е. Н., Короткова И. П., Кожушко А. А., Жилин Р. А., Капралов Д. В., 2021

Статья поступила в редакцию 23.07.2021; одобрена после рецензирования 16.08.2021; принята к публикации 30.08.2021.

The article was submitted 23.07.2021; approved after reviewing 16.08.2021; accepted for publication 30.08.2021.

### **Информация об авторах**

**Любченко Елена Николаевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, E-mail: [LyubchenkoL@mail.ru](mailto:LyubchenkoL@mail.ru);

**Короткова Ирина Павловна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, E-mail: [Korotkovaira@mail.ru](mailto:Korotkovaira@mail.ru);

**Кожушко Александр Анатольевич**, кандидат биологических наук, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, E-mail: [shurban.12@mail.ru](mailto:shurban.12@mail.ru);

**Жилин Руслан Алексеевич**, кандидат ветеринарных наук, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, E-mail: [zhilin.r@mail.ru](mailto:zhilin.r@mail.ru);

**Капралов Дмитрий Валентинович**, старший преподаватель, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, E-mail: [d-kapralov@bk.ru](mailto:d-kapralov@bk.ru).

### **Information about authors**

**Elena N. Lyubchenko**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Primorskaya State Academy of Agriculture, e-mail: [LyubchenkoL@mail.ru](mailto:LyubchenkoL@mail.ru);

**Irina P. Korotkova**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Primorskaya State Academy of Agriculture, e-mail: [Korotkovaira@mail.ru](mailto:Korotkovaira@mail.ru);

**Aleksandr A. Kozhushko**, Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Primorskaya State Academy of Agriculture, e-mail: [shurban.12@mail.ru](mailto:shurban.12@mail.ru);

**Ruslan A. Zhilin**, Candidate of Veterinary Sciences, Senior Lecturer, Primorskaya State Academy of Agriculture, e-mail: [zhilin.r@mail.ru](mailto:zhilin.r@mail.ru);

**Dmitry V. Kapralov**, Senior Lecturer, Primorskaya State Academy of Agriculture, e-mail: [d-kapralov@bk.ru](mailto:d-kapralov@bk.ru).

УДК 636.5

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-64-71

### Влияние цвета освещения на стрессоустойчивость молодняка яичных кур

Ирина Владимировна Сиянова<sup>1</sup>, Татьяна Викторовна Кручинкина<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> sijnova@mail.ru, <sup>2</sup> tvkruchinkina75@mail.ru

**Аннотация.** Использование монохроматических ламп в течение длительного периода выращивания цыплят с суточного возраста до возраста 15 недель может оказать негативное влияние на стрессоустойчивость молодняка. Опыт проведен в Амурской области на базе ОСП «Птицефабрика Белогорская» ООО «СПК «Амурптицепром» г. Белогорска и в отделе животноводства и птицеводства ФГБНУ ДальЗНИВИ г. Благовещенска. Объектом исследований являлся ремонтный молодняк яичных кур породы Декалб Уайт. В опыте сформированы четыре группы суточных цыплят по 200 голов в каждой. Молодняк до 15-недельного возраста содержался в клетках при разном по цвету освещении в условиях постепенно сокращающегося светового дня с 24:00 до 12:00 часов в сутки и уровня освещенности от 50–30 до 7–6 лк. Для освещения использованы компактные люминесцентные лампы белого, желтого, зеленого и бело-голубого цвета, со световым потоком на уровне 760 лм. У молодняка в возрасте 13 и 15 недель взята кровь на определение содержания лейкоцитов и кортизола, кроме того, у 13-недельной птицы установлена лизоцимная и бактерицидная активность сыворотки крови. Для анатомического исследования забито по три птицы из каждой группы в возрасте 13 и 15 недель. Всего забито 24 курочки. Определена абсолютная масса надпочечников. По результатам исследования у 13-недельного молодняка при белом освещении, в сравнении с монохроматическим, на фоне меньшего на 21,9–46,4 % ( $p < 0,05$ ) уровня кортизола в крови, число лейкоцитов ниже на 20,0–21,0 % ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ), уровень лизоцимной активности ниже на 3,7–11,3 % ( $p < 0,001$ ), абсолютная масса надпочечников меньше в 1,7–2,0 раза. Худшие результаты на стресс-устойчивость установлены у курочек, выращенных с применением бело-голубого освещения.

**Ключевые слова:** цыплята, монохроматическое и белое освещение, кортизол в сыворотке крови, абсолютная масса надпочечников, расклев

**Для цитирования:** Сиянова И. В., Кручинкина Т. В. Влияние цвета освещения на стрессоустойчивость молодняка яичных кур // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 64–71.

### The effect of the light color on the stress resistance of the young egg laying hens

Irina V. Siyanova<sup>1</sup>, Tatyana V. Kruchinkina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Far East Zonal Research Veterinary Institute, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> sijnova@mail.ru, <sup>2</sup> tvkruchinkina75@mail.ru

**Abstract.** The use of monochromatic lamps for a long period of chickens rearing from one-day-old age to 15 weeks of age can negatively affect the stress resistance of young animals. The experiment was conducted in the Amur region on the basis of the SU «Ptitsefabrika Belogorskaya» LLC «APC «Amurptitseprom» in Belogorsk and in the Department of Animal Husbandry and Poultry Farming of the Federal State Budgetary Institution Far East Zonal Research Veterinary Institute in Blagoveshchensk. The object of the study was rearing flocks of egg laying hens of the Dekalb White breed. In the experiment four groups were formed – each group contained 200 heads of day-old chickens in each group. Young animals up to 15 weeks of age were kept in cages with different color lighting in conditions of gradually decreasing daylight hours from 24:00 to 12:00 hours a day and the illumination level from 50–30 to 7–6 lux. For lighting, compact fluorescent

lamps of white, yellow, green and blue-white colors with a luminous flux of 760 lux were used. Blood samples were taken from young birds aged 13 and 15 weeks to determine the white blood cells and cortisol content; in addition, lysozyme and bactericidal activity of blood serum was established in 13-week-old poultry. For the anatomical study, 24 chickens were slaughtered – 3 heads from each group at the age of 13 and 15 weeks. The absolute mass of the adrenal glands was determined. According to results of the study of 13-week-old young animals under white light, in comparison with monochromatic, against the background of a lower cortisol level by 21.9–46.4% ( $p < 0.05$ ), the number of white blood cells is lower by 20.0–21.0% ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ), the level of lysozyme activity is lower by 3.7–11.3% ( $p < 0.001$ ), the absolute mass of the adrenal glands is 1.7–2.0 times less. The worst results were found in chickens raised with blue-white lighting.

**Keywords:** chickens, monochromatic and white lighting, blood serum cortisol, absolute adrenal mass, pecking

**For citation:** Siyanova I. V., Kruchinkina T. V. The effect of the light color on the stress resistance of the young egg laying hens. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 64–71.

**Введение.** На птицефабриках применение источников света с узким спектральным составом в цехах выращивания молодняка имеет ряд особенностей, заключающихся в биологическом действии оптического излучения на цыплят. Существует множество исследований, показывающих, что организм птицы обладает широким диапазоном восприятия оптического излучения, включая чувствительность к ультрафиолету [3, 15]. Для яичных цыплят цвет освещения в птичнике является особенно актуальным, так как период выращивания молодняка с суточного возраста до получения кур-молодок довольно длителен. В результате, монохроматические и белые светильники, посредством разного диапазона излучаемых электромагнитных волн, могут оказывать значимое влияние на организм цыплят [5, 8].

Исходя из данных исследований российских и зарубежных авторов, световые лучи с большей длиной волны (красного цвета) могут проникать на глубину тела птицы до нескольких миллиметров, проходят через череп, отличающийся пористым строением, в мозг. На структуры головного мозга, например, гипоталамус, гипофиз и шишковидную железу, влияние светом осуществляется посредством зрительного аппарата птицы, имеющего анатомические особенности в строении сетчатки глаза, что проявляется, в частности, в изменении активности отделов вегетативной нервной системы [3, 7, 8]. Красно-желтая часть спектра света оказывает стимулирующее влияние на симпатический отдел вегетативной нервной системы. Она проявляется в повышении

электрической активности нейронов в структурах головного мозга и продукции ими нейрохимических веществ, увеличении температуры тела, повышении тонуса сердечно-сосудистой системы, изменении поведения птицы, уровня ее тревожности. Световые лучи, находящиеся в синей и зеленой части спектра, вызывают снижение активности симпатического и повышение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, с замедлением ритма сердечных сокращений, увеличением притока крови к пищеварительному тракту, изменением уровня обменных процессов. Это имеет прямое влияние на прирост живой массы птицы, уровень функционирования репродуктивных органов. Свет поглощается кровью, воспринимается фоточувствительными элементами поверхности кожи. В результате действия световых лучей разного цвета на организм птицы изменяется функциональное состояние ее иммунной системы, в том числе выработка биологически активных мессенджеров и триггеров иммунных реакций. Световое излучение зеленого и синего цвета способствует увеличению иммунного ответа у кур, – белый свет оказывает успокаивающее действие на стресс-ответ. Влияние световых лучей разного спектрального состава на организм птицы осуществляется посредством единой нейрогуморально-иммунной системы регуляции физиологических функций [1, 6, 8, 9, 10, 13, 15, 16].

Таким образом, в результате многогранного действия светового излучения разного спектрального состава на птицу существует возможность влияния на те

или иные стороны ее жизнедеятельности, обеспечивающие приспособительные реакции организма.

**Цель исследования** вытекает из проблематики использования цветных ламп в птичнике и состоит в определении стрессоустойчивости яичных цыплят при их выращивании под воздействием световых волн различной длины в течение длительного периода времени, начиная с момента размещения в птичнике в возрасте один день и до достижения возраста 15 недель.

**Материалы и методы исследования.** Опыт с изучением стрессоустойчивости яичных цыплят выполнен в весенне-летний период 2019 года на Никольской птицефабрике Амурской области. Объект исследования – ремонтный молодняк породы Декалб Уайт.

В эксперименте было создано четыре группы однодневных цыплят, которых подвергали влиянию белого и монохроматического освещения вплоть до достижения ими возраста 15 недель. Для формирования групп использовали метод случайной выборки, отбирая по 200 птенцов в каждую. Цыплята в течение опыта находились в одном птичнике. Каждая группа располагалась на третьем ярусе четырехъярусных клеточных батарей, то есть на одинаковой удаленности от люминесцентных ламп, использованных в системе освещения. Для уменьшения влияния светоизлучения разных источников света на птицу, стенки клеток изолировали пластиком. Контрольную группу подвергали влиянию белых ламп, то есть имеющих полный спектр света. Группы

опыта разместили под желтыми (первая опытная), зелеными (вторая опытная) и бело-голубыми лампами (третья опытная) (табл. 1, 2).

К концу периода выращивания осуществляли взятие крови у 13- и 15-недельного молодняка на определение содержания лейкоцитов, показателей естественной резистентности и кортизола. Забор крови проводили в утренние часы у 10 голов из каждой группы, пункцией из сердца. Молодняк отбирали произвольно. Количество лейкоцитов в крови птицы подсчитывали с использованием камеры Горяева по методу Фриед и Лукачевой в модификации И. А. Болотникова [4]. У 13-недельного молодняка в сыворотке крови определяли уровень лизоцимной активности по методу А. Г. Дорофейчука, уровень бактерицидной активности по методу Мишеля Теффера в модификации О. В. Смирновой и Т. А. Кузьминой (1966), с использованием фотоэлектроколориметра [4]. Содержание кортизола в сыворотке крови молодых курочек устанавливали с помощью набора реагентов, предназначенных для количественного определения кортизола у животных методом иммуноферментного анализа (ИФА-КОРТИЗОЛ). Выборочно осуществляли контрольный убой курочек в возрасте 13 и 15 недель, для чего брали по три птицы с каждой группы. У взятых для убоя курочек живая масса соответствовала норме для данного возраста, при этом разница по живой массе между отобранным молодняком составляла не более  $\pm 10$  грамм. Всего за время прохождения эксперимента обезглавливанием забито 24 птицы.

**Таблица 1**

**Техническая характеристика компактных люминесцентных ламп, использованных в исследовании**

Типы цоколя	Мощность, ватт	Световой поток, люмен	Цветовая температура, кельвин	Страна - изготовитель ламп
G 23, G 24	9	760	дневной свет – 5 500	Китай
			желтый – 3 000	
			зеленый – 530–550 нм	
			бело-голубой – 6500	

Таблица 2

**Световой режим в период выращивания яичных цыплят с суточного возраста до 16-недельного возраста, принятый на птицефабрике**

Возраст ремонтного молодняка	Включение освещения, с какого часа	Отключение освещения, с какого часа	Длительность светового дня, часов	Освещенность, люкс
1–4 день	–	–	24:00	30–50
4–7 день	1:00	23:00	22:00	
2 неделя	2:00	22:00	20:00	29–31
3–4 недели	2:00, с 4-й недели с 3:00	22:00	уменьшение с 20:00 до 19:00	уменьшение с 9–11 до 6–8
5 неделя	3:00	21:00	18:00	6–7
6–7 недели	4:00	21:00, с 7-й недели с 20:00	17:00, с 7-й недели 16:00	
8–9 недели	5:00	20:00, с 9-й недели с 19:00	15:00, с 9-й недели 14:00	
10–12 недели	6:00	19:00	13:00	
13–16 недели		18:00	12:00	

После обескровливания тушек выполнено анатомическое исследование надпочечников. Для определения абсолютной массы надпочечников использовали весы «Пионер», точность взвешивания составляла 0,0001 г. В течение всего периода выращивания во всех группах молодняка контролировали расклев.

Полученные в ходе эксперимента результаты подвергли математической обработке с использованием программы Microsoft Excel [2]. Статистическую значимость различий между средними величинами оценивали согласно t-критерия Стьюдента. Достоверность различий средних величин принимали при  $p < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Количество лейкоцитов в крови молодняка в возрасте 13 недель по сравнению с нормой увеличено (табл. 3). При белом и желтом освещении результаты повышены на 20,0–21,0 %, под зеленым и бело-голубым – определен более выраженный лейкоцитоз, с превышением нормы в 2,3–3,1 раза.

В возрасте 15 недель количество лейкоцитов в крови молодняка при белом и желтом освещении снизилось до верх-

ней границы возрастной нормы, при зеленом и бело-голубом освещении все еще оставалось увеличенным.

При изучении показателей естественной резистентности 13-недельного молодняка, более высокий уровень лизоцимной активности определен при зеленом и бело-голубом освещении (в сравнении с белым выше на 3,7–11,3 %), что согласовывалось с увеличенным числом лейкоцитов в крови птицы этих групп. Бактерицидная активность во всех группах курочек определена на одном уровне (табл. 4).

Анализ сыворотки крови 13-недельного молодняка на содержание кортизола – гормона, образующегося в надпочечниках, показал, что в группе птицы с использованием белого освещения полученные результаты ниже на 21,9–46,4 %, чем при применении монохроматических ламп. Самая большая разница с контролем наблюдалась у курочек при бело-голубых лампах, где уровень кортизола был достоверно высоким ( $p < 0,05$ ) (табл. 5).

**Таблица 3**  
**Количество лейкоцитов в крови молодых курочек,  $10^9/л$ ,  $M \pm m$ ,  $n=10$**

Возраст курочек, недель	Норма	Группа			
		контроль (полный спектр света)	первая опытная (желтые лампы)	вторая опытная (зеленые лампы)	третья опытная (бело-голубые лампы)
13	20,0–40,0	48,4±1,69	48,0±6,21	124,4±19,75**	93,2±17,93*
15		40,7±1,41	34,3±4,44	62,8±9,88	66,5±12,81

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ .

**Таблица 4**  
**Показатели естественной резистентности сыворотки крови молодых курочек, возраст 13 недель,  $M \pm m$ ,  $n=10$**

Показатели	Группа			
	контроль (полный спектр света)	первая опытная (желтые лампы)	вторая опытная (зеленые лампы)	третья опытная (бело-голубые лампы)
Лизоцимная активность, %	52,09±0,90	54,04±0,69	57,66±0,60*	57,98±1,00*
Бактерицидная активность, %	62,34±6,70	56,32±4,52	60,00±4,04	55,12±5,95

Примечание: \*  $p < 0,001$ .

**Таблица 5**  
**Количество кортизола в крови молодых курочек,  $нмоль/л$ ,  $M \pm m$ ,  $n=10$**

Возраст курочек, недель	Группа			
	контроль (полный спектр света)	первая опытная (желтые лампы)	вторая опытная (зеленые лампы)	третья опытная (бело-голубые лампы)
13	33,31±4,64	43,58±7,14*	40,62±6,36	48,77±9,80*
15	6,48±1,15	2,33±0,77	3,67±1,81	6,37±1,01

Примечание: \*  $p < 0,05$ .

Такие результаты свидетельствуют о том, что молодняк, выращенный с применением белого освещения, обладает несколько более высокой устойчивостью к различным стресс-факторам (вакцинация, погрешности в кормлении, нарушение норм микроклимата и пр.) [11, 12, 13, 14].

Последующий анализ показал, что у 15-недельных молодок всех групп, независимо от спектральных характеристик

использованных ламп, уровень кортизола значительно снизился (в 5,5–18,7 раза) и достоверно не различался.

Во время проведения анатомического исследования надпочечники курочек в возрасте 13 и 15 недель овальной формы, желтовато-серого цвета. У молодняка всех групп в возрасте 13 недель масса надпочечников больше, чем в возрасте 15 недель (таблица 6).

Таблица 6

Абсолютная масса надпочечников молодых курочек, г,  $M \pm m$ ,  $n=3$ 

Возраст курочек, недель	Группа			
	контроль (полный спектр света)	первая опытная (желтые лампы)	вторая опытная (зеленые лампы)	третья опытная (бело-голубые лампы)
13	0,09±0,01	0,09±0,02	0,08±0,002	0,15±0,003*
15	0,06±0,01	0,07±0,02	0,07±0,002	0,12±0,003**

Примечание: \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,001$ .

Зафиксированное в нашем опыте увеличение абсолютной массы надпочечников 13-недельных молодок сопровождалось ростом уровня кортизола в сыворотке крови. Тогда как снижение функциональной активности надпочечников птицы в возрасте 15 недель проявилось в уменьшении обоих показателей. В исследовании в группе курочек, выращенных с применением бело-голубых ламп, масса надпочечников несколько больше (в 1,7–2,0 раза), чем у остальной птицы.

Расклев наблюдали во всех группах цыплят в течение всего периода их выращивания, в количестве не более одной головы в клетке, и не во всех клетках. При

учете частоты расклева в группах под разным освещением значимых различий не выявлено.

**Заключение.** Таким образом, применение белого освещения в рамках технологии сокращающегося светового дня и освещенности в период выращивания яичных цыплят с первого дня жизни до достижения 15-недельного возраста позволило повысить стрессоустойчивость молодых курочек, что подтвердилось более низкими показателями содержания лейкоцитов в крови, лизоцима и кортизола в сыворотке крови, меньшей абсолютной массой надпочечников, в сравнении с молодками при монохроматическом освещении.

## Список литературы

1. Владимиров, Ю. А. Биофизика: Учебник / Ю. А. Владимиров, Д. И. Рошупкин, А. Я. Потапенко, А. И. Деев. – Москва : Медицина, 1983. – 272 с.
2. Мидлтон, М. П. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP / М. П. Мидлтон / Пер. с англ. под. ред. Г. М. Кобелькова. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 296 с.
3. Рябинина, В. Е. Влияние спектра света светодиодных ламп на показатели выращивания цыплят-бройлеров / В. Е. Рябинина, А. Б. Артеменко, О. В. Гавилей // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2017. – № 20 (2). – С. 158–164.
4. Садовников, Н. В. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов / Н. В. Садовников, Н. Д. Придыбайло, Н. А. Верещак. – Санкт-Петербург : Уральская ГСХА, 2009. – 85 с.
5. Bian, J., Wang, Z., Dong, Y., Cao, J., Chen, Y. Effect of pinealectomy on the circadian clock of the chick retina under different monochromatic lights. *Chronobiol Int.* // 2019. Vol. 36 (4). P. 548–563. DOI: 10.1080/07420528.2019.1566740.
6. Etimad Alattar, Khitam Elwasife, Eqbal Radwan. The Effect of Light-Emitting Diode Light on the Physical Traits of Chicks // *Open Journal of Animal Sciences.* 2019. Vol. 9. P. 481–491. DOI: 10.4236/ojas.2019.94037.
7. Liwei Zhanga, Funing Chenb, Jing Caoa, Yulan Donga, Zixu Wanga, Yaoxing Chena. Melatonin modulates monochromatic light-induced melatonin receptor expression in the hypothalamus of chicks // *Acta Histochemica.* 2017. Vol. 119, № 7. P. 733–739.

8. Ma, S., Wang, Z., Cao, J., Dong, Y., Chen, Y. Effect of Monochromatic Light on Circadian Rhythm of Clock Genes in Chick Pinealocytes // *Photochem Photobiol.* 2018. Vol. 94 (6). P. 1263–1272. DOI: 10.1111/php.12963.
9. Markowska, M., Majewski, P.M., Skwarło-Sońta, K. Avian biological clock - Immune system relationship // *Dev Comp Immunol.* 2017. Vol. 66. P. 130–138. DOI: 10.1016/j.dci.2016.05.017.
10. Mudhar, A. S. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers // *Donnish Journal of Agricultural Research.* 2016. Vol. 3 (2). P. 008–012.
11. Ouyang, J. Q., Jong, de M., Hau, M., Visser, M. E., Grunsven, van R. H. A., Spoelstra, K. BiolLett. Stressful colours: Corticosterone concentrations in a freeliving songbird vary with the spectral composition of experimental illumination // 2015. № 11. P. 13–20. DOI: 10.1098/rsbl.2015.0517.
12. Peixoto Mariana R. L. V., Karrow Niel A., Widowski Tina M. Effects of prenatal stress and genetics on embryonic survival and offspring growth of laying hens // *Poultry Science.* 2020. Vol. 99, № 3. P. 1618–1627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.018>.
13. Radi Mohamed, Nagham Elsaidy, Mahmoud Eltholth. Rearing broiler chickens under monochromatic blue light improve performance and reduce fear and stress during pre-slaughter handling and transportation // *Biotechnology in Animal Husbandry.* 2014. Vol. 30 (3). P. 457–471. DOI: 10.2298/BAH1403457M
14. Rozempolska-Rucińska, I., Czech, A., Kasperek, K., Zięba, G., Ziemiańska, A. Behaviour and stress in three breeds of laying hens kept in the same environment // *South African Journal of Animal Science.* 2020. Vol. 50, № 2. P. 272–280. DOI: 10.4314/sajas.v50i2.10
15. Sabuncuoglu, K. M., Korkmas, F. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on some performance traits, behavior, and fear responses in Japanese quails // *Poultry Science.* 2018. Vol. 29 (74). P. 987–993.
16. Simsek, U. G., Ciftci, M., Yaman, M., Ozcelik, M., Baykalir, Y., Kizilaslan, A., Bayrakdar, A., Cambay, Z., Yakut, S., Erisir, Z. Effects of Light Color on Growth Performance, Histomorphometric Features of Small Intestine and Some Blood Parameters in Chukar Partridges (*Alectoris chukar*) // *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi.* 2020. Vol. 26 (1). P. 33–39.

### References

1. Vladimirov, Yu. A., Roshchupkin, D. I., Potapenko, A.Ya., Deev, A. I. *Biofizika: Uchebnik (Biophysics: Textbook)*, Moscow, Medicina, 1983, 272 p.
2. Midlton, M. P. *Analiz statisticheskikh dannykh s ispol'zovaniem Microsoft Excel dlya Office XP (Analysis of statistical data using Microsoft Excel for Office HP)*, per. s angl. pod. red. G. M. Kobel'kova, Moscow, BINOM. Laboratoriya znanij, 2005, 296 p.
3. Ryabinina, V. E., Artemenko, A. B., Gavilej, O. V. Vliyanie spektra sveta svetodiodnykh lamp na pokazateli vyrashchivaniya cyplyat-brojlerov (Influence of the light spectrum of LED lamps on the performance of growing broiler chickens), *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 2017, No 20 (2), PP. 158–164.
4. Sadovnikov, N. V., Pridybajlo, N. D., Vereshchak, N. A. *Obshchie i special'nye metody issledovaniya krovi ptic promyshlennykh krossov (General and special methods of blood testing of birds of industrial crosses)*, Sankt- Petersburg, Ural'skaya GSKHA, 2009, 85 p.
5. Bian, J., Wang, Z., Dong, Y., Cao, J., Chen, Y. Effect of pinealectomy on the circadian clock of the chick retina under different monochromatic lights. *Chronobiol Int.*, 2019, Vol. 36 (4), PP. 548–563. DOI: 10.1080/07420528.2019.1566740.
6. Etimad Alattar, Khitam Elwasife, Eqbal Radwan. The Effect of Light-Emitting Diode Light on the Physical Traits of Chicks, *Open Journal of Animal Sciences*, 2019, Vol. 9, PP. 481–491. DOI: 10.4236/ojas.2019.94037.
7. Liwei Zhanga, Funing Chenb, Jing Caoa, Yulan Donga, Zixu Wang, Yaoxing Chena. Melatonin modulates monochromatic light-induced melatonin receptor expression in the hypothalamus of chicks, *Acta Histochemica*, 2017, Vol. 119, No 7, PP. 733–739.
8. Ma, S., Wang, Z., Cao, J., Dong, Y., Chen, Y. Effect of Monochromatic Light on Circadian Rhythm of Clock Genes in Chick Pinealocytes. *Photochem Photobiol*, 2018, Vol. 94 (6), PP. 1263–1272. DOI: 10.1111/php.12963.
9. Markowska, M., Majewski, P. M., Skwarło-Sońta, K. Avian biological clock – Immune system relationship. *Dev Comp Immunol*, 2017, Vol. 66, PP. 130–138. DOI: 10.1016/j.dci.2016.05.017.

10. Mudhar, A. S. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers, *Donnish Journal of Agricultural Research*, 2016, Vol. 3 (2), PP. 008–012.
11. Ouyang, J. Q., Jong, de M., Hau, M., Visser, M. E., Grunsven, van R. H. A., Spoelstra, K. *BiolLett*. Stressful colours: Corticosterone concentrations in a freelifing songbird vary with the spectral composition of experimental illumination, 2015, No 11, PP. 13–20. DOI: 10.1098/rsbl.2015.0517.
12. Peixoto Mariana R. L. V., Karrow Niel A., Widowski Tina M. Effects of prenatal stress and genetics on embryonic survival and offspring growth of laying hens, *Poultry Science*, 2020, Vol. 99, No 3, PP. 1618–1627. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.018>
13. Radi Mohamed, Nagham Elsaidy, Mahmoud Eltholth. Rearing broiler chickens under monochromatic blue light improve performance and reduce fear and stress during pre-slaughter handling and transportation, *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2014, Vol. 30 (3), PP. 457–471. DOI: 10.2298/BAH1403457M
14. Rozempolska-Rucińska, I., Czech, A., Kasperek, K., Zięba, G., Ziemiańska, A. Behaviour and stress in three breeds of laying hens kept in the same environment, *South African Journal of Animal Science*, 2020, Vol. 50, No 2, PP. 272–280. DOI: 10.4314/sajas.v50i2.10
15. Sabuncuoglu, K. M., Korkmas, F. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on some performance traits, behavior, and fear responses in Japanese quails, *Poultry Science*, 2018, Vol. 29 (74), PP. 987–993.
16. Simsek, U. G., Ciftci, M., Yaman, M., Ozcelik, M., Baykalir, Y., Kizilaslan, A., Bayrakdar, A., Cambay, Z., Yakut, S., Erisir, Z. Effects of Light Color on Growth Performance, Histomorphometric Features of Small Intestine and Some Blood Parameters in Chukar Partridges (*Alectoris chukar*), *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 2020, Vol. 26 (1), PP. 33–39.

© Сиянова И. В., Кручинкина Т. В., 2021

Статья поступила в редакцию 30.04.2021; одобрена после рецензирования 31.05.2021; принята к публикации 27.08.2021.

The article was submitted 30.04.2021; approved after reviewing 31.05.2021; accepted for publication 27.08.2021.

#### ***Информация об авторах***

***Сиянова Ирина Владимировна***, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, e-mail: [sijnova@mail.ru](mailto:sijnova@mail.ru);

***Кручинкина Татьяна Викторовна***, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник, Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, e-mail: [tvkruchinkina75@mail.ru](mailto:tvkruchinkina75@mail.ru).

#### ***Information about authors***

***Irina V. Siyanova***, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher; Far East Zonal Research Veterinary Institute, e-mail: [sijnova@mail.ru](mailto:sijnova@mail.ru);

***Tatyana V. Kruchinkina***, Candidate of Veterinarian Sciences, Senior Researcher; Far East Zonal Research Veterinary Institute, e-mail: [tvkruchinkina75@mail.ru](mailto:tvkruchinkina75@mail.ru).

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

## PROCESSES AND MACHINERY OF AGRO-ENGINEERING SYSTEMS

УДК 639.11/16:591.16

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-72-77

**Влияние основных конструктивно-технологических параметров  
измельчителя-пастоизготовителя на энергоэффективность приготовления кормов****Сергей Николаевич Воякин<sup>1</sup>, Сергей Васильевич Щитов<sup>2</sup>,  
Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область,  
Благовещенск, Россия<sup>1</sup> vsn177@yandex.ru, <sup>2</sup> uoup\_dalgau@mail.ru, <sup>3</sup> ji.tor@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований, посвященных повышению эффективности кормления птицы с использованием местного сырья. Проблема кормления птицы всегда стоит очень остро, так как в конечном итоге отражается на себестоимости производимой продукции. Особенно этот вопрос актуален в отдалённых регионах, куда доставка продуктов питания для птицы проблематична из-за высоких транспортных расходов. В этой ситуации наиболее рациональным является подход, который предусматривает по возможности приготовление кормов и кормление птицы, используя местное сырьё. В Амурской области для этих целей в качестве основного компонента необходимо использовать сою, так как она богата большим количеством микроэлементов, необходимых для правильного питания птицы. В тоже время процесс приготовления корма для питания птицы достаточно энергозатратен, что также закладывается в себестоимость. Поэтому для снижения себестоимости приготовления корма был разработан и внедрен в производство измельчитель-пастоизготовитель оригинальной конструкции, который позволяет снизить энергозатраты за счёт усреднения влаги в композиции.

**Ключевые слова:** измельчитель-пастоизготовитель, конструктивно-технологические параметры, корм, птица, энергозатраты, эффективность, себестоимость

**Для цитирования:** Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Влияние основных конструктивно-технологических параметров измельчителя-пастоизготовителя на энергоэффективность приготовления кормов // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 72–77.

**Influence of basic constructive and technological parameters  
of the shredder-mix producer on energy efficiency of feed preparation****Sergey N. Voyakin<sup>1</sup>, Sergey V. Shchitov<sup>2</sup>, Evgeny E. Kuznetsov<sup>3</sup>**<sup>1,2,3</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia<sup>1</sup> vsn177@yandex.ru, <sup>2</sup> uoup\_dalgau@mail.ru, <sup>3</sup> ji.tor@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of studies on improving the efficiency of poultry feeding using local raw materials. The problem of poultry feeding is always very acute, as it ultimately affects the cost of production. This issue is especially relevant in remote regions, where the feed delivery for poultry is problematic due to high transport costs. In this situation, the most rational approach is that, whenever possible, the preparation of feed and poultry feeding, using local raw materials. In the Amur region, for these purposes, it is necessary to use soy as the main component, since it is rich in a large amount of microelements necessary for proper

nutrition of the poultry. At the same time, the process of feed preparing for poultry nutrition is quite energy-intensive, which is also included in the cost price. Therefore, in order to reduce the cost of preparing feed, a shredder-mix producer of an original design was developed and introduced into production, which allows reducing energy consumption by averaging moisture in the composition.

**Keywords:** shredder-mix producer, constructive and technological parameters, feed, poultry, energy consumption, efficiency, cost price

**For citation:** Voyakin S. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Influence of basic constructive and technological parameters of the shredder-mix producer on energy efficiency of feed preparation. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 72–77.

**Введение.** Эффективность работы измельчителя-пастоизготовителя можно оценить такими показателями как производительность, качество подготавливаемого продукта и энергозатраты на его приготовление. Как показали проведенные исследования, снижения энергозатрат возможно достичь при использовании кормовых компонентов в виде пасты, в основу которой может входить мясокостное, рыбокостное или растительно-травяное сырьё с влажностью до 80 % с последующим его блендированием с необезжиренной соевой мукой (НСМ) с влажностью до 10 % [1, 4, 5]. Такое сочетание смешиваемых компонентов позволит получить бинарную пасту с усреднённой влажностью, это создает необходимые условия для качественного формования гранул малым диаметром с низкой крошимостью [2, 6].

Исходя из вышесказанного, перспективный способ получения гранулированного белково-минерального или белково-витаминного кормового продукта заключается в усреднении влажных пастовых композиций путем блендирования с НСМ. При таком смешивании полученный пастообразный компонент выступает как связующее вещество, что в конечном результате приводит к снижению затрат энергии на последующую сушку и, как следствие, к снижению себестоимости конечного кормового продукта, богатого полноценным белком.

**Цель работы** состоит в повышении эффективности технологического процесса приготовления гранулированных высокобелковых кормовых продуктов.

**Условия и методы исследования.** Экспериментальные исследования по приготовлению гранулированных высокобелковых кормовых продуктов проводились непосредственно в производственных ус-

ловиях. В качестве исходного сырья для приготовления кормовых продуктов использовалось мясокостное, рыбокостное и растительно-травяное сырьё при дальнейшем его смешивании с соевым компонентом в виде муки. В качестве объекта исследования были взяты технологические процессы, способные охарактеризовать этапность приготовления сушёного гранулята из вышеназванных продуктов. При проведении исследований использовались методы математического анализа, основные положения теоретической и прикладной механики. Полученные результаты теоретических исследований подтверждены экспериментально в производственных условиях. Обработка и анализ полученных результатов исследований выполнялся с применением лицензионных прикладных программ для ЭВМ: «Statistica-7», «KPS», «Microsoft Office Excel 2010».

**Результаты исследований.** В ходе выполнения теоретических исследований инновационного подхода получена формула для определения мощности, идущей на получение пастообразной композиции:

$$N_{u-n} = k_3 \cdot [(1,67 \cdot M_{рез} \cdot \omega) + N_6 + N_a] / (\eta_{изм} \cdot \eta_a), \quad (1)$$

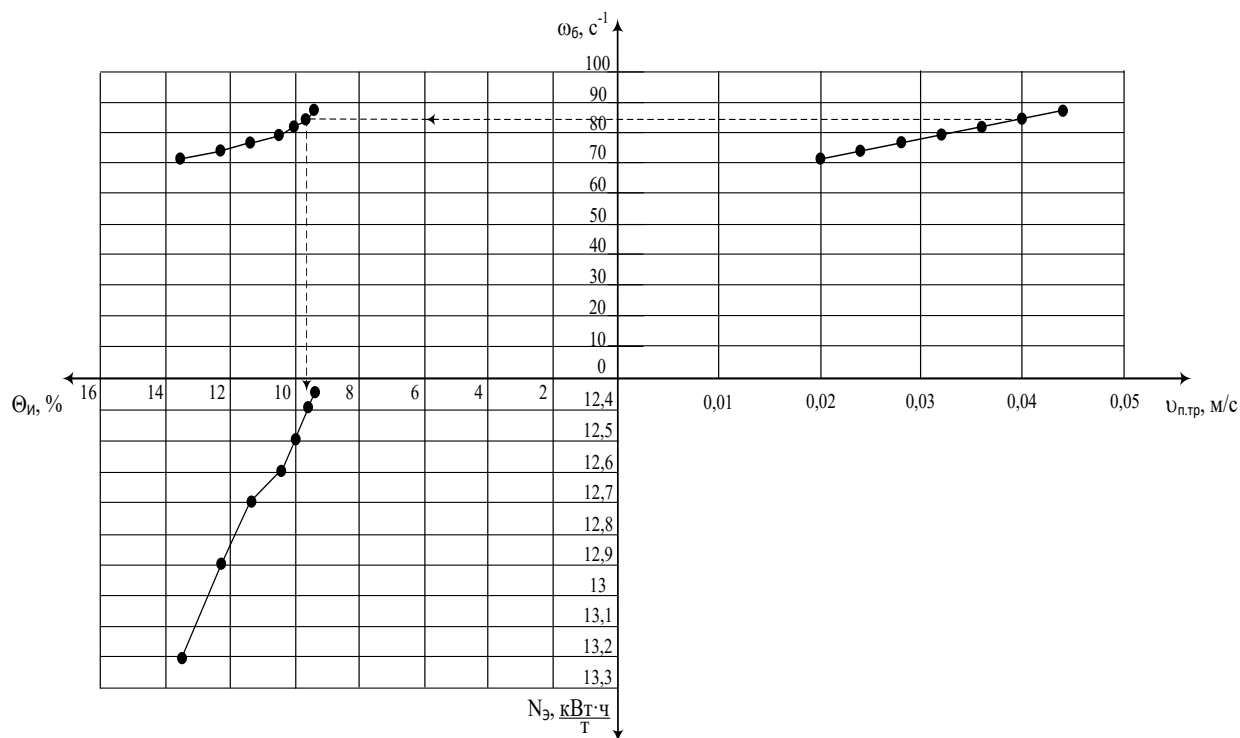
где  $(1,67 \cdot M_{рез} \cdot \omega)$  – мощность электропривода, кВт;

$N_6, N_a$  – мощность электропривода шнекового питателя и аппарата вторичного резания, кВт;

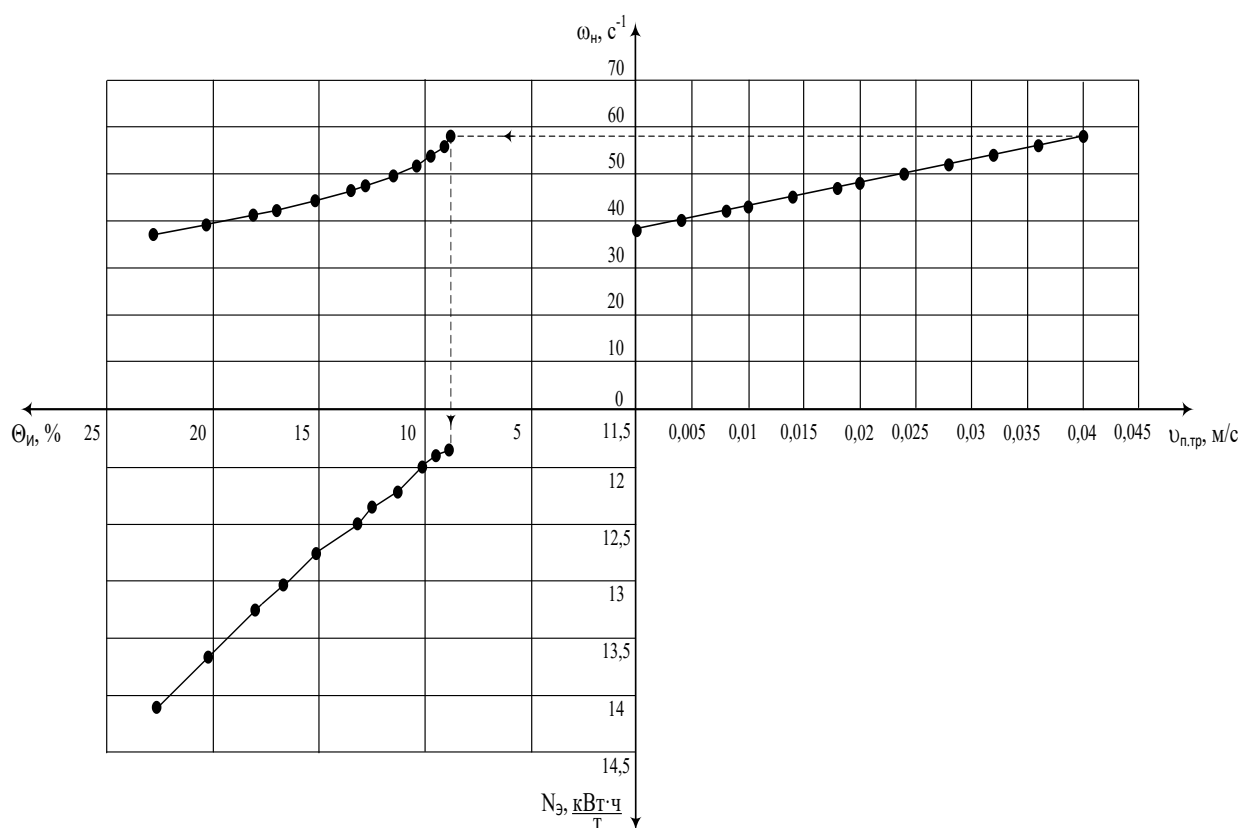
$k_3$  – коэффициент запаса;

$\eta_{изм}, \eta_a$  – коэффициент полезного действия электропривода измельчителя-пастоизготовителя.

Проведенный анализ выражения (1) показал, что значительное влияние на энергозатраты оказывают конструктивно-технологические параметры.



**Рисунок 1 – Влияние скорости подачи транспортёра и угловой скорости барабана первичной резки на величину энергозатрат и качество резки**



**Рисунок 2 – Влияние скорости подачи транспортёра и угловой скорости барабана вторичной резки на величину энергозатрат и качество резки**

С целью подтверждения теоретических исследований были проведены эксперименты в производственных условиях, основной целью которых являлась разработка практических рекомендаций по повышению эффективности использования измельчителя-пастоизготовителя за счёт установления его оптимальных конструктивно-технологических параметров.

В результате проведенных исследований были получены результаты, позволившие предложить производственные номограммы, представленные на рисунках 1 и 2, предназначенные для выявления воздействия конструктивно-технологических параметров измельчителя-пастоизготовителя на конечные энергозатраты, а, следовательно, и на себестоимость единицы произведённой продукции.

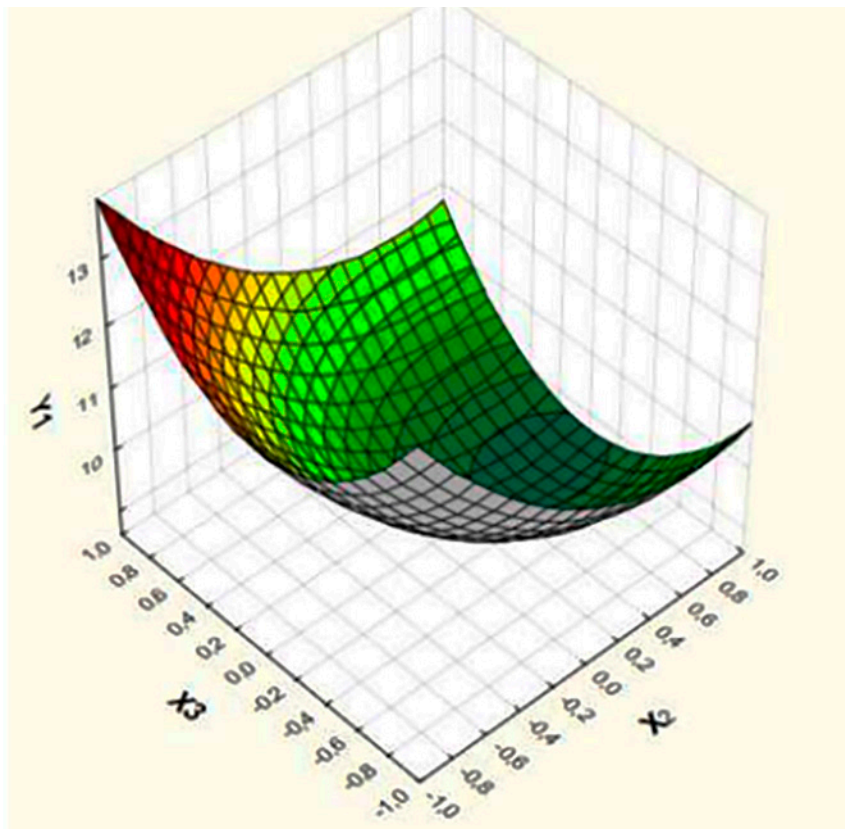
Представленная на рисунке 1 номограмма позволяет определить конечные энергозатраты в зависимости от конструктивно-технологических параметров (скорости подающего транспортёра и угловой скорости барабана первичной резки). Например, при скорости движения подающего транспортёра 0,04 м/с, угловой

скорости барабана в аппарате первичного резания 85 рад/с, степень измельчения составит 9,6 %, при этом конечные энергозатраты будут равны 12,4 кВт·ч/т.

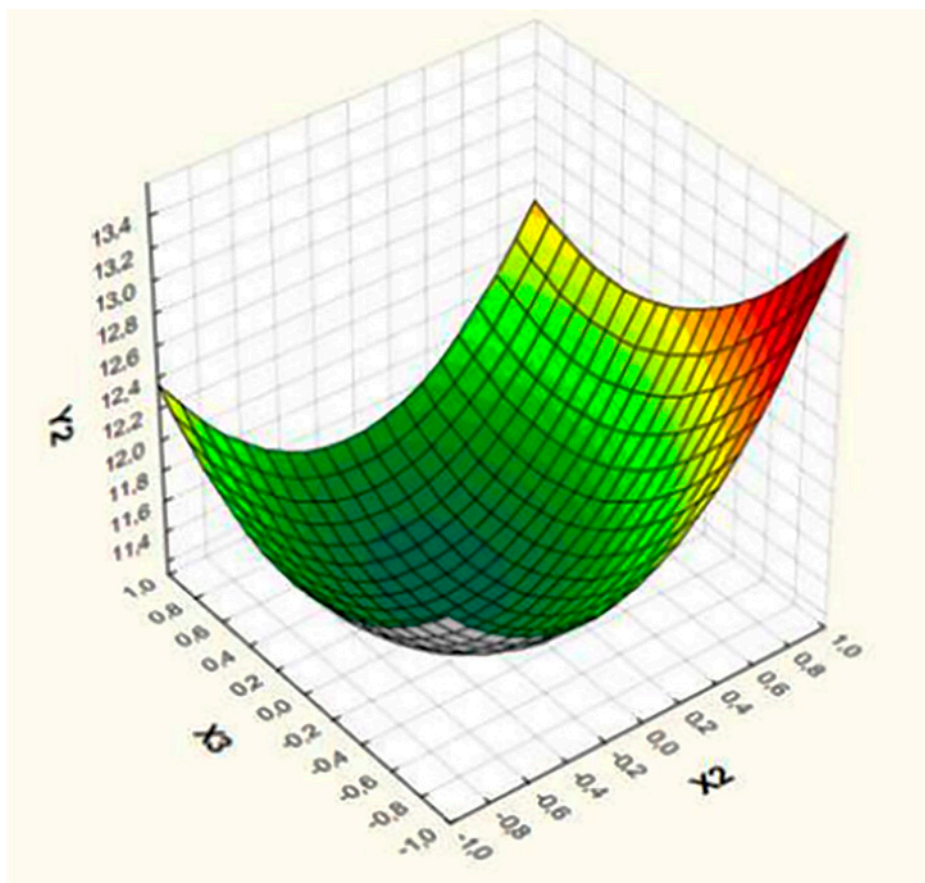
На величину энергозатрат и качество резки большое влияние оказывает, кроме угловой скорости барабана первичного резания, величина угловой скорости аппарата вторичного резания. С этой целью была построена номограмма на рисунке 2.

Представленная номограмма позволяет, не делая никаких расчетов, определить конечные энергозатраты в зависимости от конструктивно-технологических параметров (скорости подающего транспортёра и угловой скорости барабана вторичной резки). Например, при скорости движения подающего транспортёра 0,04 м/с степень измельчения составит 8,8 %, при этом конечные энергозатраты будут равны 11,8 кВт·ч/т.

Для анализа совместного влияния перечисленных выше конструктивно-технологических параметров на энергозатраты были построены поверхности отклика в виде 3D-моделей, представленные на рисунке 3а и 3б.



а) неоднородности гранулометрического состава пасты



б) энергоёмкости процесса получения пастообразных продуктов  
Рисунок 3 – Поверхности отклика

На основании выполненных экспериментальных исследований были определены оптимальные конструктивно-технологические параметры измельчителя-пастоизготовителя при  $\omega_b = 87,86-88,38 \text{ c}^{-1}$ ;  $v_{n,mp} = 0,0368-0,0536 \text{ м/с}$ ;  $\omega_n = 58-61,2 \text{ c}^{-1}$  с минимальными энергозатратами  $N_3 = 11,08 \text{ (кВт·ч)/т}$ .

**Заключение.** В результате проведенных исследований были предложены производственные номограммы, позволяющие эффективно и качественно проследить изменение энергозатрат в зависимости от конструктивно-технологических параметров измельчителя-пастоизготовителя.

#### Список литературы

1. Алешкин, В. Р. Механизация животноводства / В. Р. Алешкин, П. М. Роцин. – Москва : Колос, 1993. – 319 с.
2. Воякин, С. Н. Технологические основы процессов и технических средств получения высокобелкового гранулята для птицы на основе сырья животного и растительного происхождения: монография / С. Н. Воякин, С. М. Доценко, А. Н. Вишневецкий. – Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2014. – 258 с.
3. Воякин, С. Н. Научное обоснование и разработка технологий и технических средств приготовления гранулированных кормов для сельскохозяйственной птицы : автореф. дис. на соиск. учён. степ. докт. техн. наук: 05.20.01 / Воякин Сергей Николаевич ; Башкирский государственный аграрный университет. – Благовещенск, 2020. – 40 с.
4. Гарбарец, Б. В. Исследование процесса измельчения кормов животного происхождения : автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук : 05.00.00 / Гарбарец Борис Владимирович ; Ленинградский сельскохозяйственный институт. – Пушкин, 1970. – 24 с.
5. Карпин, В. Ю. Повышение эффективности работы технологической линии производства сухих животных кормов путем моделирования процесса работы линии и рабочих органов измельчителя костей сельскохозяйственных животных : автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук

: 05.20.01 / Карпин Владимир Юрьевич ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. – Санкт-Петербург, 2000. – 20 с.

6. Shchitov, S. V., Dotsenko, S. M., Voyakin, S. N., Kuznetsov, E. E. Increasing the efficiency in the production of paste-like feed compositions from animal raw materials // Jour of Adv Research in Dynamical & Control Sys-tems, Vol. 10, 06-Special Issue, 2018, PP. 1668–1672.

### References

1. Aleshkin, V. R., Roshchin, P. M. Mekhanizaciya zhivotnovodstva (Livestock mechanization), Moscow, Kolos, 1993, 319 p.

2. Voyakin, S. N., Docenko, S. M., Vishnevskij, A. N. Tekhnologicheskie osnovy processov i tekhnicheskikh sredstv polucheniya vysokobelkovogo granulyata dlya pticy na osnove syr'ya zhivotnogo i rastitel'nogo proiskhozhdeniya : monografiya (Technological foundations of processes and technical means for obtaining high-protein granulate for poultry based on raw materials of animal and vegetable origin: monograph), Blagoveshchensk, izd-vo Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, 258 p.

3. Voyakin, S. N. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka tekhnologij i tekhnicheskikh sredstv prigotovleniya granulirovannykh kormov dlya sel'sko-hozyajstvennoj pticy : avtoref. dis. na soisk. uchyon. step. dokt. tekhn. nauk : 05.20.01 (Scientific substantiation and development of technologies and technical means for the preparation of pelleted feed for poultry: Abstract of Doctor's degree : 05.20.01), Voyakin Sergej Nikolaevich, Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj institut, Blagoveshchensk, 2020, 40 p.

4. Garbarez, B. V. Issledovanie processa izmel'cheniya kormov zhivotnogo proiskhozhdeniya: avtoref. dis. na soisk. uchyon. step. kand. tekhn. nauk : 05.00.00 (Investigation of the process of grinding animal feed : Abstract of Ph.D. thesis : 05.00.00), Garbarez Boris Vladimirovich ; Leningradskij sel'skohozyajstvennyj institut, Leningrad, Pushkin, 1970, 24 p.

5. Karpin, V. Yu. Povyshenie effektivnosti raboty tekhnologicheskoy linii proizvodstva suhikh zhivotnykh kormov putem modelirovaniya processa raboty linii i rabochih organov izmel'chatelya kostej sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh : avtoref. dis. na soisk. uchyon. step. kand. tekhn. nauk : 05.20.01 (Increasing the efficiency of the technological line for the production of dry animal feed by simulating the process of the line and working bodies of the grinder of bones of farm animals : Abstract of Ph. D. thesis : 05.20.01), Karpin Vladimir Yurevich, Cankt-Peterburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, Sankt-Peterburg, 2000, 20 p.

6. Shchitov, S. V., Dotsenko, S. M., Voyakin, S. N., Kuznetsov, E. E. Increasing the efficiency in the production of paste-like feed compositions from animal raw materials, Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 10, 06-Special Issue, 2018, PP. 1668–1672.

© Воякин С. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., 2021

Статья поступила в редакцию 05.05.2021; одобрена после рецензирования 01.06.2021; принята к публикации 04.08.2021.

The article was submitted 05.05.2021; approved after reviewing 01.06.2021; accepted for publication 04.08.2021.

### Информация об авторах

**Воякин Сергей Николаевич**, доктор технических наук, доцент; Дальневосточный государственный аграрный университет; e-mail: vsn177@yandex.ru;

**Щитов Сергей Васильевич**, доктор технических наук, профессор; Дальневосточный государственный аграрный университет; e-mail: uoup\_dalgau@mail.ru;

**Кузнецов Евгений Евгеньевич**, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет; e-mail: ji.tor@mail.ru.

### Information about the authors

**Sergey N. Voyakin**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; e-mail: vsn177@yandex.ru;

**Sergey V. Shchitov**, Doctor of Technical Sciences, Professor; Far Eastern State Agrarian University; e-mail: uoup\_dalgau@mail.ru;

**Evgeny E. Kuznetsov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor; Far Eastern State Agrarian University; e-mail: ji.tor@mail.ru.

УДК 631.663

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-78-85

**Анализ результатов экспериментальных исследований процесса смешивания при производстве субстратно-соево-корнеплодных кормовых добавок****Юрий Борисович Курков<sup>1</sup>, Кирилл Михайлович Горбунов<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия<sup>1</sup> kurkov1@mail.ru

**Аннотация.** Приготовление кормовых добавок на основе соломенно-грибных субстратов, используемых при кормлении сельскохозяйственных животных, рационально осуществлять по схеме, включающей следующие операции: сбор и погрузка соломенно-грибного субстрата → измельчение → дозирование → смешивание с продуктами переработки сои и измельченными корнеплодами с одновременным перераспределением влаги между компонентами смеси → прессование → сушка гранул или брикетов. Для получения однородного по составу и по влажности гранулята необходимо качественное выполнение операций смешивания и перераспределения влаги между компонентами смеси. Установлено, что осуществление процесса перераспределения влаги между компонентами возможно при их взаимодействии с пальцевыми рабочими органами, а также при перемещении винтовым рабочим органом. Получены уравнения регрессии процесса смешивания с одновременным перераспределением влаги между компонентами при производстве кормовых добавок для сельскохозяйственных животных на основе соломенно-грибного субстрата, определена степень влияния факторов на исследуемый процесс и установлены оптимальные значения технологических параметров процесса и конструктивно-режимных параметров смесителя-уплотнителя.

**Ключевые слова:** смешивание, перераспределение влаги, соломенно-грибной субстрат, оара, корнеплоды, уравнение регрессии, зависимость, параметры

**Для цитирования:** Курков Ю. Б., Горбунов К. М. Анализ результатов экспериментальных исследований процесса смешивания при производстве субстратно-соево-корнеплодных кормовых добавок // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 78–85.

**Analysis of the results of experimental studies of the mixing process in the production of substrate-soy-root feed additives****Yuriy B. Kurkov<sup>1</sup>, Kirill M. Gorbunov<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia<sup>1</sup> kurkov1@mail.ru

**Abstract.** It is rational to prepare feed additives based on straw-mushroom substrates used for feeding farm animals according to a scheme that includes the following operations: collection and loading of straw-mushroom substrate → grinding → dosing → mixing with soybean processing products and crushed root crops with simultaneous redistribution of moisture between the components mixtures → pressing → drying of granules or briquettes. To obtain feed pellets that are homogeneous in composition and moisture content, it is necessary to perform high-quality mixing and redistribution of moisture between the components of the mixture. It was found that the implementation of the process of redistribution of moisture between the components was possible when they interact with digital working bodies, as well as when moving with a screw working body. The regression equations for the mixing process with the simultaneous redistribution of moisture between the components in the production of feed additives for farm animals based on straw-mushroom substrate were obtained, the degree of influence of factors on the process under

study was determined, and the optimal values of the technological parameters of the process and design-mode parameters of the mixer-sealant were determined.

**Keywords:** mixing, moisture redistribution, straw-mushroom substrate, okara, tuber crops, regression equation, dependence, parameters

**For citation:** Kurkov Yu. B., Gorbunov K. M. Analysis of the results of experimental studies of the mixing process in the production of substrate-soy-root feed additives. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 78–85.

Отходами технологического процесса выращивания высших грибов (*Pleurotus*) (вешенки) для использования в пищу человека является мицелиальная масса, которая содержит большой запас витаминов (E, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>) и микроэлементов, таких как железо, цинк, медь, кобальт. Зоотехнические опыты, проведенные рядом авторов, подтверждают эффективность использования мицелиального субстрата вешенки в кормовых смесях при выращивании и продуктивном использовании ремонтных свинок, бычков, кроликов. Использование кормовых добавок с включением в них микорма позволяет увеличить ежесуточный прирост живой массы животных и снизить стоимость кормов [4, 3]. В то же время существенно повышается эффективность функционирования системы производства грибов рода «*Pleurotus*» за счет использования субстратных брикетов.

В то же время использование отработанных субстратных брикетов в кормлении животных сдерживается рядом причин. В частности, отсутствуют эффективные технологические линии для получения кормовых добавок с включением в них мицелиального субстрата грибов, и не обоснованы средства механизации для их производства.

Анализ технологий и технологических схем приготовления кормовых смесей, в состав которых входит мицелиальный субстрат вешенки, показал, что наиболее приемлемой является следующая схема: сбор и погрузка соломенно-грибного субстрата → измельчение → дозирование → смешивание с продуктами переработки сои и измельченными корнеплодами с одновременным перераспределением влаги между компонентами смеси → прессование → сушка гранул или брикетов [1, 2].

Так как используемые в составе смеси кормовые компоненты имеют различ-

ные физико-механические свойства, то для получения однородного по составу и по влажности гранулята необходимо качественное выполнение операций смешивания и усреднения (перераспределения) влаги в исходной смеси. В результате исследований установлено, что осуществление процесса усреднения (перераспределения) влаги между компонентами возможно при их перемещении винтовым рабочим органом [1].

**Целью исследований** является повышение эффективности технологического процесса смешивания измельченных соломенно-грибного субстрата, корнеплодов и соевой окары с одновременным перераспределением влаги между компонентами смеси путем обоснования технологических и конструктивно-режимных параметров исследуемого процесса и смесителя-уплотнителя.

#### **Задачи исследований:**

1) экспериментальным путем получить уравнения регрессии для процесса смешивания кормовых компонентов с одновременным перераспределением влаги между компонентами при производстве субстратно-соево-корнеплодных добавок для сельскохозяйственных животных;

2) определить характер влияния факторов на процесс смешивания кормовых компонентов с одновременным перераспределением влаги между ними;

3) определить оптимальные значения технологических и конструктивно-режимных параметров исследуемого процесса и смесителя-уплотнителя.

**Материалы и методы.** Для исследования процесса смешивания кормовых компонентов с одновременным перераспределением влаги между компонентами использовался смеситель-уплотнитель, схема которого приведена на рисунке 1.

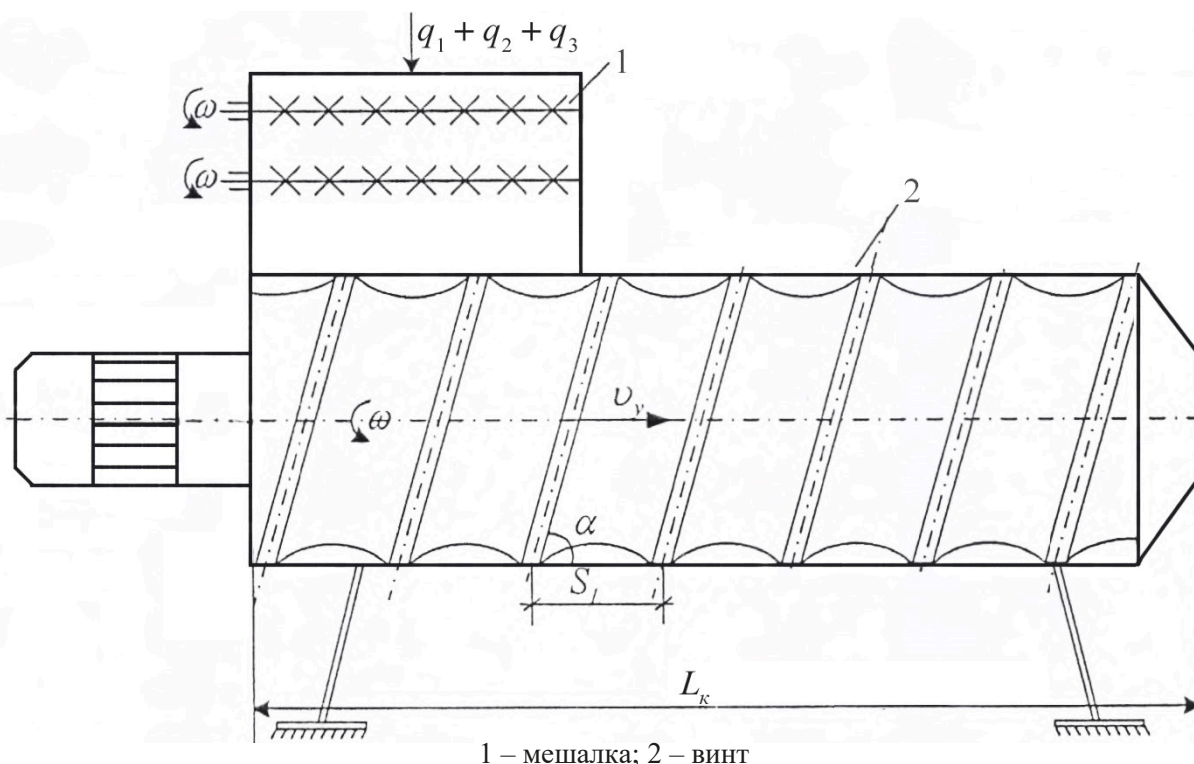


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема смесителя-уплотнителя

Смеситель-уплотнитель состоит из двух блоков:

1) смесителя, выполненного в виде установленных в бункере и вращающихся в одном направлении двух мешалок, на валу которых имеются пальцы (лопасти);

2) вращающегося винта с расположенными под углом  $\alpha$  и с заданным шагом  $S_i$  витков.

Процесс перераспределения влаги между компонентами происходит в результате их перемещения лопастями мешалки и винтовым рабочим органом [3].

Экспериментальное обоснование процесса перераспределения влаги при использовании смесителя-уплотнителя проводили для смеси, состоящей из входящих в весовом соотношении 1:1:1 измельченной моркови (картофеля), соевой окары и измельченных брикетов отработанного соломенно-грибного субстрата.

При выполнении технологического процесса смешивания и перераспределения влаги брикеты отработанного грибного субстрата измельчаются и затем дозированно подаются в мешалку. Также в мешалку подаются соевая окара и измельченная морковь (картофель). Далее полу-

ченная смесь формируется в гранулы, которые затем проходят процесс сушки.

В результате исследований установлены факторы, которые оказывают влияние на процесс смешивания и перераспределения влаги при использовании субстратно-соево-корнеплодных смесей. В качестве критерия оптимизации принят показатель однородности смеси  $Y(\theta)$ , %, определяемый по методу разделяющего признака (влажности), который позволяет установить качество смешивания и характер перераспределения влаги между компонентами смеси. Определено, что на исследуемый процесс оказывают влияние как конструктивные параметры мешалки и винта, так и физико-механические свойства компонентов смеси. Отсеивающим экспериментом выявлено, что наибольшее влияние оказывают следующие факторы: угловая скорость вращения лопастей мешалки  $X_1(\omega_m)$ ,  $c^{-1}$ ; шаг пальцев (лопастей) на валу мешалки  $X_2(t)$ , мм и длина частиц соломенно-грибного субстрата  $X_3(l)$ , мм [3]. Данные факторы были приняты для дальнейшего исследования процесса смешивания и перераспределения влаги при приготовлении субстратно-соево-корнеплодных добавок, уровни варьирования которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Уровни варьирования факторов для процесса смешивания и перераспределения влаги при приготовлении субстратно-соево-корнеплодных добавок**

Уровни варьирования факторов	Факторы		
	$X_1/\omega_m, c^{-1}$	$X_2/t, мм$	$X_3/l, мм$
Верхний (+)	11,5	70	1,5
Основной (о)	9,5	60	1,0
Нижний (-)	7,5	50	0,5
Интервал варьирования	2,0	10	0,5

**Результаты исследований.** После реализации эксперимента по матрице планирования трехфакторного эксперимента по 15 опытам и получения данных проведена их статистическая обработка. При обработке полученных экспериментальных данных использовался программный пакет «Statistika».

В таблице 2 приведена матрица планирования эксперимента и результаты опытов по процессу смешивания с одновременным перераспределением влаги при приготовлении субстратно-соево-корнеплодных добавок. Выходной параметр  $Y_1/\theta_1$  принят для смеси, состоящей из измельчённых брикетов отработанного грибного субстрата, соевой окары и измельченной моркови, а параметр  $Y_2/\theta_2$  – для смеси, состоящей из измельчённых брикетов отработанного грибного субстрата, соевой окары и измельченного картофеля.

На основе проведенной математической обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии второго порядка, которые в кодированной форме имеют следующий вид:

$$Y_1 = 88,76 + 4,09 \cdot X_1 + 8,12 \cdot X_2 + 3,75 \cdot X_3 - 2,0 \cdot X_1 \cdot X_2 - 4,58 \cdot X_1^2 - 8,87 \cdot X_2^2 - 3,09 X_3^2 \rightarrow 100\% \quad (1)$$

$$Y_2 = 87,47 + 4,33 \cdot X_1 + 8,11 \cdot X_2 + 4,07 \cdot X_3 - 1,38 \cdot X_1 \cdot X_2 - 3,96 \cdot X_1^2 - 7,98 \cdot X_2^2 - 3,47 X_3^2 \rightarrow 100\% \quad (2)$$

Проверка по уровню значимости критерия Фишера (табл. 3) подтвердило, что уравнения регрессии достоверны.

Значения коэффициентов корреляции, близкие к единице ( $R_1=0,986, R_2=0,985$ ), характеризуют высокую степень взаимосвязи переменных уравнений между собой.

Результаты проверки адекватности уравнений регрессии  $Y_1$  и  $Y_2$  приведены в таблице 4.

В раскодированной форме уравнения регрессии процесса смешивания имеют вид:

$$\theta_1 = -495,03 + 30,55 \cdot \omega_m + 125,56 \cdot t + 48,35 \cdot l - 1,0 \cdot \omega_m \cdot t - 1,14 \cdot \omega_m^2 - 8,87 \cdot t^2 - 12,36 \cdot l^2 \rightarrow 100\% \quad (3)$$

$$\theta_2 = -418,31 + 25,74 \cdot \omega_m + 109,21 \cdot t + 34,34 \cdot l - 0,69 \cdot \omega_m \cdot t - 0,99 \cdot \omega_m^2 - 7,98 \cdot t^2 - 13,89 \cdot l^2 \rightarrow 100\% \quad (4)$$

Полученные уравнения регрессии характеризуют процесс смешивания с одновременным перераспределением влаги между компонентами при приготовлении субстратно-соево-корнеплодных кормовых добавок посредством смесителя-уплотнителя [1].

На основе результатов обработки экспериментальных данных построены поверхности откликов однородности смеси с одновременным перераспределением влаги распределения влаги в смеси, включающей соломенно-грибной субстрат, соевую окару и измельченные в пасту морковь  $Y_1$  и картофель  $Y_2$  (рис. 2-7). При этом значение одного фактора устанавливалось на одном уровне при изменении значений двух других варьируемых факторов.

Таблица 2

**Матрица планирования эксперимента и результаты опытов по процессу  
смешивания и перераспределения влаги при приготовлении  
субстратно-соево-корнеплодных добавок**

Факторы в безразмерной системе координат			Факторы в натуральном масштабе			Выходной параметр	
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1/\omega_m$	$X_2/t$	$X_3/l$	$Y_1/\Theta_1, \%$	$Y_2/\Theta_2, \%$
-1	-1	1	7,5	5,0	1,5	63,0	61,0
1	-1	-1	11,5	5,0	0,5	65,0	64,0
-1	1	-1	7,5	7,0	0,5	72,0	70,0
1	1	1	11,5	7,0	1,5	85,0	87,0
-1	-1	-1	7,5	5,0	0,5	52,0	54,0
1	-1	1	11,5	5,0	1,5	76,0	74,0
-1	1	1	7,5	7,0	1,5	83,0	85,0
1	1	-1	11,5	7,0	0,5	80,0	81,0
-1,215	0	0	7,07	6,0	1,0	79,0	77,0
+1,215	0	0	12,002	6,0	1,0	86,0	87,0
0	-1,215	0	9,5	4,785	1,0	66,0	68,0
0	+1,215	0	9,5	7,251	1,0	86,0	84,0
0	0	-1,215	9,5	6,0	0,3745	83,0	80,0
0	0	+1,215	9,5	6,0	1,6255	86,0	85,0
0	0	0	9,5	6,0	1,0	87,0	86,0

Таблица 3

**Результаты регрессионного анализа зависимостей  $Y_1$  и  $Y_2$**

Критерий	Стандартное отклонение	R-корреляции	Коэффициент детерминации ( $R^2$ )	F-критерий	Значимость F-критерия (P)
$Y_1 \rightarrow 100 \%$	2,961	0,986	0,973	19,745	0,002
$Y_2 \rightarrow 100 \%$	3,006	0,985	0,971	18,594	0,002

Таблица 4

Результаты проверки адекватности уравнений регрессии  $Y_1$  и  $Y_2$

Критерий	Коэффициенты уравнений регрессии									Заключение об адекватности	
	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{11}$	$a_{22}$	$a_{33}$	$F_R$	$F_T$
	$Y_1$	88,76	4,09	8,12	3,75	-2,0	-	-4,58	-8,87	-3,09	19,74
$Y_2$	87,47	4,33	8,11	4,07	-1,38	-	-3,96	-7,98	-3,47	18,59	3,59

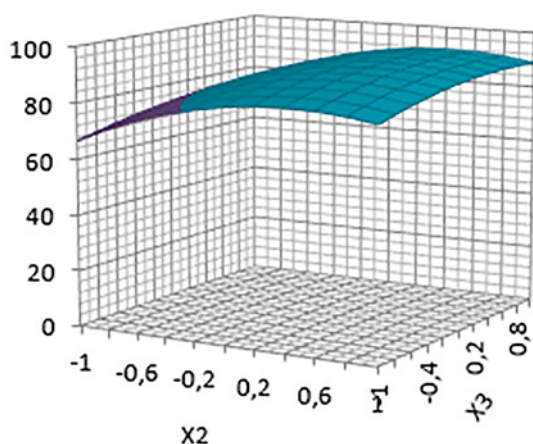


Рисунок 2 – Трехмерный график  $Y_1=f(X_1=0,35;X_2;X_3) \rightarrow 100\%$

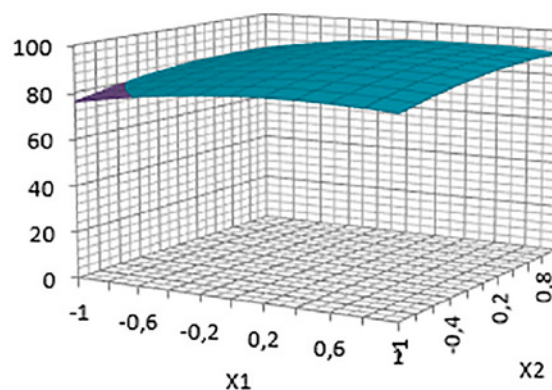


Рисунок 3 – Трехмерный график  $Y_1=f(X_1;X_2=0,42;X_3) \rightarrow 100\%$

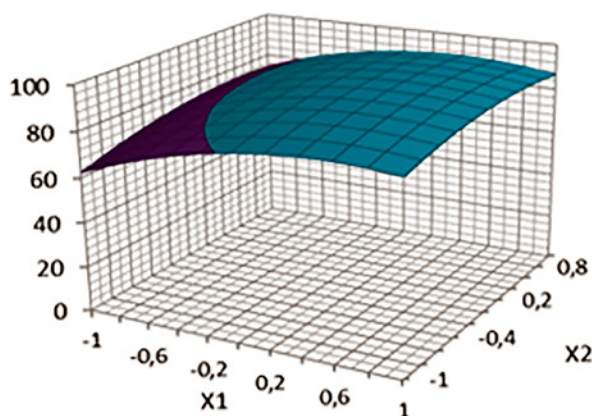


Рисунок 4 – Трехмерный график  $Y_1=f(X_1;X_2;X_3=0,61) \rightarrow 100\%$

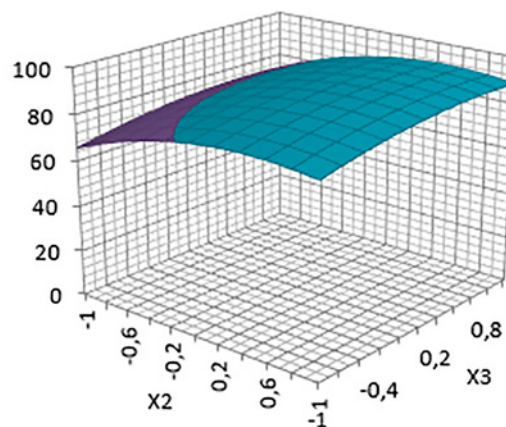


Рисунок 5 – Трехмерный график  $Y_2=f(X_1=0,46;X_2;X_3) \rightarrow 100\%$

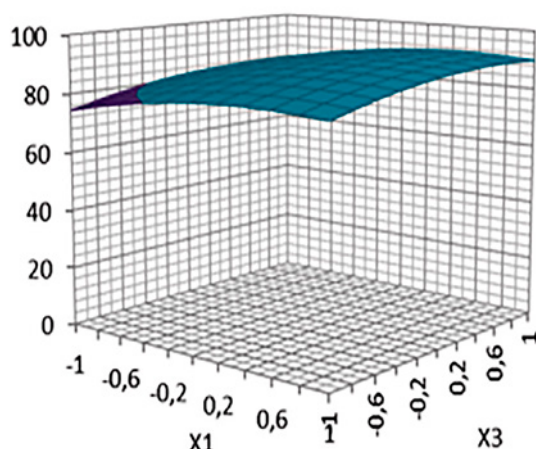


Рисунок 6 – Трехмерный график  
 $Y_2=f(X_1; X_2=0,47; X_3) \rightarrow 100\%$

На основании анализа поверхностей отклика процесса смешивания грибного субстрата, соевой окары и измельченной в пасту моркови (рисунок 2–4) установлено, что наибольшее значение однородности смеси  $\Theta_i=90-92\%$  зафиксировано при угловой скорости вращения лопастей мешалки  $X_1(\omega_m)$  на уровне от 0,2 до 0,4 ( $9,9-10,3 \text{ с}^{-1}$ ) и при шаге пальцев (лопастей) на валу мешалки  $X_2(t)$  равном 0,2–0,6 (62–66 мм). Причем при увеличении угловой скорости вращения лопастей мешалки до  $10,3 \text{ с}^{-1}$  наблюдается увеличение значения однородности смеси и соответственно увеличивается интенсивность перераспределения влаги в смеси. При дальнейшем увеличении  $\omega_m$  процесс перераспределения влаги снижается.

При увеличении шага пальцев (лопастей) на валу мешалки  $X_2(t)$  с 58 мм до 64 мм наблюдается наиболее интенсивное перемешивание компонентов и перераспределение влаги между ними, дальнейшее увеличение значений данного фактора ведет к снижению величины отклика.

При анализе зависимостей (рисунок 5-7) процесса смешивания грибного субстрата, соевой окары и измельченного в пасту картофеля установлено, что наибольшее значение однородности смеси и соответственно распределения влаги в смеси  $\Theta_i=88-90\%$  зафиксировано при угловой скорости вращения лопастей мешалки  $X_1(\omega_m)$  на уровне от 0,4 до 0,6 ( $10,3-10,7 \text{ с}^{-1}$ ) и при шаге пальцев (лопастей) на валу мешалки  $X_2(t)$  равном 0,4–0,6 (64–66 мм). Увеличение угловой скорости вращения лопастей мешалки до  $10,3 \text{ с}^{-1}$  ведет к увеличению интенсивности перераспре-

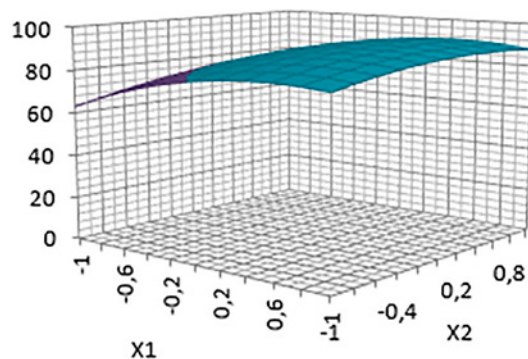


Рисунок 7 – Трехмерный график  
 $Y_2=f(X_1; X_2; X_3=0,59) \rightarrow 100\%$

деления влаги в смеси. При дальнейшем увеличении  $\omega_m$  эффективность процесса снижается.

Изменение шага пальцев (лопастей) на валу мешалки  $X_2(t)$  при использовании картофеля в качестве связующего компонента в смеси незначительно сказывается на изменении величины отклика.

Оптимальные значения параметров процесса смешивания кормовых компонентов с одновременным перераспределением влаги между компонентами при использовании соломенно-грибного субстрата, соевой окары и измельченных в пасту моркови (картофеля) находятся в следующих пределах:  $\omega_m$  – угловая скорость вращения лопастей мешалки смесителя  $7-11 \text{ с}^{-1}$ ;  $t$  – шаг пальцев (лопастей) на валу мешалки 64–90 мм;  $l$  – длина частиц соломенного грибного субстрата 1,2–1,4 мм, угловая скорость вращения винта  $\omega = 11-13 \text{ с}^{-1}$ ; шаг витков винта  $S_L=23-46 \text{ мм}$ . В этом случае однородность распределения влаги в смеси составляет  $\Theta=89-92\%$ .

**Заключение.** На процесс смешивания кормовых компонентов с одновременным перераспределением влаги между компонентами при использовании соломенно-грибного субстрата, соевой окары и измельченных в пасту моркови (картофеля) оказывают влияние как конструктивно-режимные параметры мешалки, так и параметры винта. Для обеспечения требуемой однородности смеси при производстве субстратно-соево-корнеплодных кормовых добавок необходимо, чтобы конструктивно-режимные параметры мешалки и винта находились в вышеприведенных пределах.

**Список литературы**

1. Доценко, С. М. Основы разработки смесителя-усреднителя для линии производства гранулята кроликам / С. М. Доценко, К. М. Горбунов, П. Н. Школьников, А. И. Гончарук, О. В. Гончарук // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2017. – №2. – URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st\\_203.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_203.doc).
2. Курков, Ю. Б. Технологические схемы использования соломенно-грибных субстратов при приготовлении кормов для животных / Ю. Б. Курков, К. М. Горбунов // Тез. докл. всерос. науч.-практ. конф. «Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития» (Благовещенск, 17 апреля 2019 г.). – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграр. ун-та, 2019. – С. 35.
3. Надаринская, М.А. Субстрат вешенки обыкновенной в рационах молодняка крупного рогатого скота [электронный ресурс] / М. А. Надаринская, А. И. Козинец, О. Г. Голушко, Т. Г. Козинец. – URL: <https://revolution.allbest.ru/agriculture/00818058.html> (дата обращения: 15.11.2020).
4. Углов, В.Н. «Микорм» в составе кормосмесей при выращивании и продуктивном использовании ремонтных свинок: автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Углов Виктор Николаевич ; Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН. Дубровицы, 2000. – 26 с.

**Reference**

1. Dotsenko, S. M., Gorbunov, K. M., Shkolnikov, P. N., Goncharuk, A. I., Goncharuk, O. V. Osnovy razrabotki smesitelya-usrednitelya dlya linii proizvodstva granulyata krolikam (Fundamentals of the development of a mixer-homogenizer for a line for the production of granules for rabbits), AgroEkoInfo: Electronic scientific and production journal, 2017, No 2, URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st\\_203.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2017/2/st_203.doc).
2. Kurkov, Yu. B., Gorbunov, K. M. Tekhnologicheskie skhemy ispol'zovaniya solomenno-gribnyh substratov pri prigotovlenii kormov dlya zhivotnyh (Technological schemes for the use of straw-mushroom substrates in the preparation of animal feed) // Tez. report vseros. scientific and practical. conf. «Agropromyshlennyj kompleks: problemy i perspektivy razvitiya» (Blagoveshchensk, 17 apreliya 2019 g.), Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo gos. agrar. un-ta, 2019, PP. 35.
3. Nadarinskaya, M. A., Kozinets, A. I., Golushko, O. G., Kozinets, T. G. Substrat veshenki obyknovennoj v racionalah molodnyaka krupnogo rogatogo skota (Oyster mushroom substrate in the diets of young cattle) [electronic resource], URL: <https://revolution.allbest.ru/agriculture/00818058.html> (accessed: 15.11.2020).
4. Uglov, V. N. «Mikorm» v sostave kormosmesej pri vyrashchivanii i produktivnom ispol'zovanii remontnyh svinok («Micorm» as part of feed mixtures for growing and productive use of gilts), avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. s.-kh. nauk (Author's abstract of PhD in Agricultural sci. diss.), 06.02.02, Uglov Viktor Nikolaevich, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii Institut Zhivotnovodstva RASKhN, Dubrovitsy Moskovskoi oblasti, 2000, 26 p.

© Курков Ю. Б., Горбунов К. М., 2021

Статья поступила в редакцию 26.05.2021; одобрена после рецензирования 16.06.2021; принята к публикации 27.08.2021.

The article was submitted 26.05.2021; approved after reviewing 16.06.2021; accepted for publication 27.08.2021.

**Информация об авторах**

**Курков Юрий Борисович**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: [kurkov1@mail.ru](mailto:kurkov1@mail.ru);

**Горбунов Кирилл Михайлович**, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: [kurkov1@mail.ru](mailto:kurkov1@mail.ru).

**Information of authors**

**Yuriy B. Kurkov**, Doctor of Technical Sciences, Professor; Far Eastern State Agrarian University; e-mail: [kurkov1@mail.ru](mailto:kurkov1@mail.ru);

**Kirill M. Gorbunov**, Postgraduate Student; Far Eastern State Agrarian University;; e-mail: [kurkov1@mail.ru](mailto:kurkov1@mail.ru).

УДК 631.372:629.114.2

ГРНТИ 68.85.87

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-86-92

**Повышение эффективности использования энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур при различных температурных режимах****Александр Викторович Кучер<sup>1</sup>, Зоя Фёдоровна Кривуца<sup>2</sup>,  
Сергей Васильевич Щитов<sup>3</sup>, Евгений Евгеньевич Кузнецов<sup>4</sup>,  
Екатерина Ивановна Решетник<sup>5</sup>, Наталья Фёдоровна Двойнова<sup>6</sup>**<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия<sup>6</sup> Сахалинский государственуенный университет, Сахалинская область, Южно-Сахалинск, Россия<sup>2</sup> zfk20091@rambler.ru, <sup>3</sup> uoup\_dalgau@mail.ru, <sup>4</sup> ji.tor@mail.ru, <sup>6</sup> dnfsach@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приведены результаты оценки влияния сезонных условий эксплуатации транспорта на работоспособность свинцовой аккумуляторной батареи с целью обеспечения надежного пуска двигателя и безотказной работы электрооборудования автомобилей. В Амурской области выполнение транспортных работ происходит при значительных сезонных вариациях условий эксплуатации, таких как природно-климатические, дорожные, производственные и другие, которые в значительной мере влияют на показатели технического состояния свинцовой аккумуляторной батареи (далее – САБ). Интенсивная эксплуатация САБ в режиме частых пусков автомобилей за незначительный временной интервал с чередованием длительных стоянок до полной загрузки при проведении полевых работ приводит к снижению надежности САБ без дополнительной зарядки в условиях низких температур и, как следствие, к затруднению пуска двигателя. В связи с этим для повышения эффективности использования энергетических средств в различных температурных режимах необходимо поддерживать оптимальный температурный режим САБ.

**Ключевые слова:** свинцовая аккумуляторная батарея, температура, сопротивление, напряжение разрядки, ток разрядки

**Для цитирования:** Кучер А. В., Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Решетник Е. И. Двойнова Н. Ф. Повышение эффективности использования энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур при различных температурных режимах // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 86–92.

**Efficiency improving of energy means use in agricultural crops cultivation technology at different temperature regimes****Alexandr V. Kucher<sup>1</sup>, Zoya F. Krivutsa<sup>2</sup>, Sergey V. Shchitov<sup>3</sup>, Evgeny E. Kuznetsov<sup>4</sup>,  
Ekaterina I. Reshetnik<sup>5</sup>, Natalia F. Dvoynova<sup>6</sup>**<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia<sup>6</sup> Sakhalin State University, Sakhalin region, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia<sup>2</sup> zfk20091@rambler.ru, <sup>3</sup> uoup\_dalgau@mail.ru, <sup>4</sup> ji.tor@mail.ru, <sup>6</sup> dnfsach@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of the assessment of the impact of seasonal operating conditions of transport on the operability of the lead storage battery (LSB) in order to ensure reliable engine start-up and failure-free operation of electric equipment of cars. In the Amur region, transportation works are carried out under significant seasonal variations in operating conditions such as climatic, road, industrial and others, which significantly affect the technical condition indicators of the lead storage battery (LSB). Intensive operation of LSB in the mode of frequent car launches over a short interval with alternating long standstills until full load during field work leads to a decrease in LSB reliability without additional charging in low temperatures, and as a

result, difficulty in starting the engine. In this regard, in order to increase the efficiency of energy means use in various temperature modes, it is necessary to maintain the optimal temperature mode of the LSB.

**Keywords:** lead storage battery, temperature, resistance, discharge voltage, discharge current

**For citation:** Kucher A. V., Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Reshetnik E. I., Dvoynova N. F. Efficiency improving of energy means use in agricultural crops cultivation technology at different temperature regimes. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 86–92.

**Введение.** Улучшение технических характеристик и эксплуатационных качеств автомобилей продиктовано необходимостью максимальной адаптации (приспособленности) транспортных средств к специфическим и климатическим условиям эксплуатации. Для обеспечения работоспособного состояния автомобилей в периоды проведения основных полевых и транспортных работ, при осуществлении грузоперевозок в зимний период времени повышаются требования к надёжности основного источника электроэнергии, обеспечивающего пуск двигателя и энергообеспечение систем автомобиля. Следовательно, для техники, применяемой в сельском хозяйстве, необходимо использовать комплекс мер, предназначенных для адаптации систем электроснабжения, в частности, установленных аккумуляторных батарей (далее – АКБ) к сезонным вариациям условий эксплуатации [3, 6–7].

Для Амурской области выполнение транспортных работ происходит при значительных сезонных вариациях условий эксплуатации, среди которых наиболее важными являются природно-климатические, дорожные, производственные, изменения рельефа движения и т. д., значительно влияющие на показатели технического состояния свинцовой аккумуляторной батареи (далее – САБ).

Отмечено, что проведение работ в условиях низких температур сопровождается частыми пусками двигателей автомобилей за незначительный временной интервал с чередованием длительных стоянок до полной загрузки, что приводит к снижению надёжности САБ. Одной из основных причин является уменьшение передачи генератором электроэнергии, полученной от аккумуляторной батареи за

время предшествующих разрядов. Интенсивная эксплуатация САБ в таком режиме без дополнительной зарядки приводит к снижению уровня заряженности и, как следствие, затруднению пуска двигателя и снижению технического ресурса САБ [4]. В связи с этим тематика работы, посвящённая исследованиям влияния условий эксплуатации на критерии надёжности САБ, представляется актуальной и востребованной в транспортном сегменте агропромышленного комплекса.

**Цель исследований.** Изучение влияния сезонных условий эксплуатации транспорта на работоспособность свинцовой аккумуляторной батареи, обеспечение надёжного пуска двигателя и безотказной работы электрооборудования автомобилей.

**Методика проведения исследований.** В ходе экспериментальных исследований для фиксации процессов, показывающих влияние сезонных изменений температуры окружающей среды на формирование уровней заряженности и разряженности свинцовой аккумуляторной батареи, использовался современный приборно-лабораторный комплекс-стенд практического изучения преобразования и коммутации электроэнергии УМАКБ-1 производственной компании InEnergy.

Входящий в комплект лабораторный свинцовый аккумулятор имеет следующие характеристики: максимальный ток заряда составляет 0,25 А, максимальный ток разрядки в режиме исследования – 0,2 А, напряжение: 6,0–7,0 В, ёмкость свинцового аккумулятора: не менее 1200 мА·ч. Значения исследуемых характеристик отображаются в зависимости от времени процесса на соответствующем OLED-дисплее приборного комплекса (рис. 1).



**Рисунок 1 – К определению временных характеристик процесса разряда и заряда свинцовой аккумуляторной батареи (Стенд УМАКБ-1 InEnergy)**

В рамках проводимого исследования выполнены измерения напряжения свинцовой аккумуляторной батареи в процессах разряда и заряда постоянным током  $I_p$  при различной температуре окружающей среды.

При проведении экспериментов учитывались рекомендации действующих ГОСТ Р МЭК 896-1-95 «Свинцово-кислотные стационарные батареи. Общие требования и методы испытания. Часть 1. Открытые типы» и РД 3112199-1089-02 «Нормы сроков службы стартерных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей автотранспортных средств и автопогрузчиков», согласно которым кислотные аккумуляторы запрещено разряжать до значения напряжения, равного нулю. Это обусловлено тем, что в конце разряда кислота к активной массе поступает в незначительном объеме по причине закупорки пор активной массы сульфатом свинца. В связи с этим применяется предельное значение напряжения при разряде  $U_p$  в рекомендованном режиме. Фрагменты экспериментальных исследований и полученные результаты представлены на рисунке 2.

Результаты экспериментальных исследований целесообразно отразить на единой  $U/\tau$  – диаграмме при различных значениях тока разрядки и температуры окружающей среды (рис. 3-4).

Анализируя полученные данные, необходимо отметить, что падение напряжения в процессе разряда свинцовой аккумуляторной батареи при постоянном значении тока разрядки обусловлено

увеличением внутреннего сопротивления АКБ вследствие изменения плотности электролита.

Установлено, что при увеличении тока разряда наблюдается значительное увеличение внутреннего сопротивления аккумуляторной батареи за счет резкого снижения концентрации электролита в порах активной массы и вблизи электродов. Исследуемые процессы для различных значений силы тока, напряжения и температурных режимов могут быть описаны представленными уравнениями регрессии.

Проведенные исследования показали, что с понижением температуры окружающей среды значения разрядного напряжения уменьшаются, вследствие увеличения вязкости электролита. В этой связи процесс выравнивания концентрации электролита в порах пластин и прилегающих слоях протекает значительно медленнее.

Учитывая, что разрядное напряжение определяется общеизвестным выражением [1–2, 5]:

$$U_p = E_0 - E_n - I_p R_0, \quad (1)$$

где  $E_0$  – напряжение батареи при разомкнутой внешней цепи, В;

$E_n$  – ЭДС поляризации, В;

$I_p$  – сила тока разряда батареи, А;

$R_0$  – омическое сопротивление аккумуляторной батареи, Ом.



**Рисунок 2 – Экспериментальные исследования временных характеристик процесса разряда свинцовой аккумуляторной батареи при различных значениях тока разрядки и температуре**

ЭДС аккумуляторной батареи при разомкнутой внешней цепи равно:

$$E_0 = m(\gamma \cdot 10^{-3} + 0,85 - 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta C_p) \quad (2)$$

где  $m$  – количество аккумуляторов в батарее;  
 $\gamma$  – плотность электролита полностью заряженной батареи, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\Delta C_p$  – степень разряженности батареи, %.

ЭДС поляризации определяется как:

$$E_n = m \cdot \ln \left[ \frac{0,1 \cdot I_p}{(n-1) \cdot S} \right] \cdot \frac{4800 - 45 \cdot t}{110 + t} \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где  $m$  – суммарное число положительных и отрицательных пластин;

$t$  – температура электролита, °C;

$n$  – число пластин,

$S$  – площадь пластин односторонняя, то есть произведение высоты пластин  $h$  на ширину  $b$ , м<sup>2</sup>.

Омическое сопротивление аккумуляторной батареи  $R_0$  определяется суммой сопротивлений отдельных участков цепи по известной формуле:

$$R_0 = R_3 + R_c + R_n + R_M, \quad (4)$$

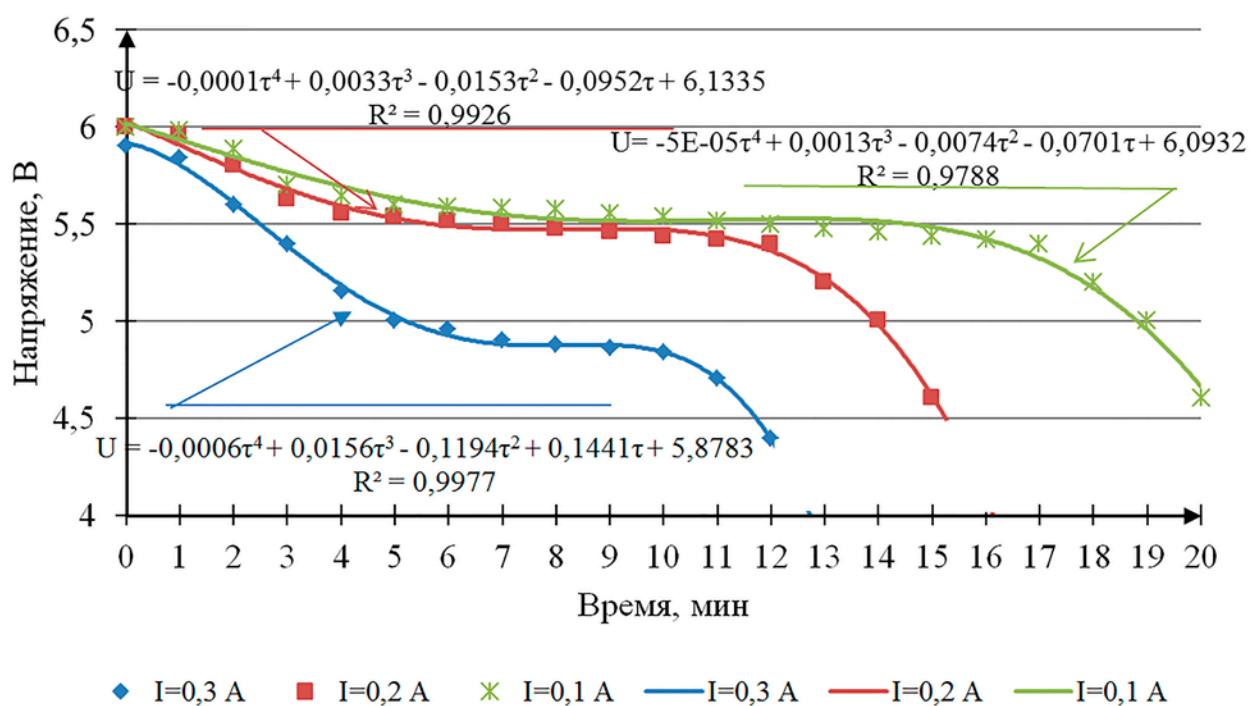


Рисунок 3 – Экспериментальная зависимость изменения напряжения кислотного аккумулятора в процессе разрядки при различных значениях тока (температура 25°C)

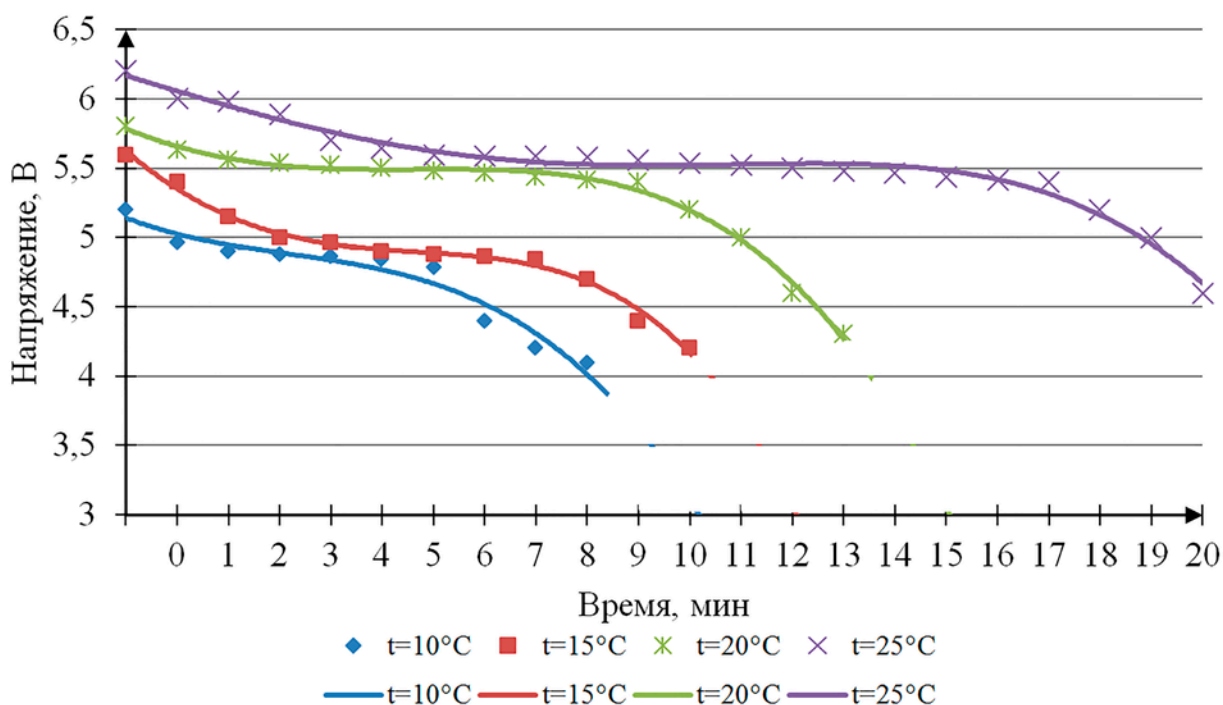


Рисунок 4 – Зависимость изменения напряжения кислотного аккумулятора в процессе разрядки при различных значениях температуры окружающей среды ( $I=0,1\text{ А}$ )

где  $R_3$  – сопротивление электролита, Ом;  
 $R_c$  – сопротивление сепараторов, Ом;  
 $R_n$  – сопротивление пластин, Ом;  
 $R_m$  – сопротивление металлических частей, Ом.

Таким образом, из представленного выражения следует, что разрядное напряжение возможно определить по следующему выражению:

$$U_p = m \cdot (\gamma \cdot 10^{-3} + 0,85 - 1,6 \cdot 10^{-3} \cdot \Delta C_p) - \\ - m \cdot \ln \left[ \frac{0,1 \cdot I_p}{(n-1) \cdot S} \right] \cdot \frac{4800 - 45 \cdot t}{110 + t} \cdot \\ \cdot 10^{-3} - I_p \cdot (R_3 + R_c + R_n + R_m) \quad (5)$$

**Вывод.** Исследованиями обосновано, что при понижении температуры окружающей среды происходит снижение электродвижущей силы и увеличение внутреннего сопротивления аккумуляторной батареи за счет увеличения сопротивления электролита. Следовательно, с целью ускорения электрохимической реакции и предотвращения замерзания электролита, с понижением температуры использования возникает необходимость увеличения плотности электролита АКБ. Таким образом, для повышения эффективности использования энергетических транспортных средств в различных температурных режимах и сохранения их стартовых и эксплуатационных характеристик необходимо поддерживать оптимальный температурный режим АКБ.

#### Список литературы

1. Белогуров, И. Г. Стартерные кислотные аккумуляторы / И. Г. Белогуров. – Москва : Воениздат, 1960. – 168 с.
2. Боровских, Ю. И. Электрооборудование автомобилей : [Учеб. пособие для вузов] / Ю. И. Боровских, Н. И. Гутенев. – Киев : Выща шк., 1988. – 166 с. ISBN 5-11-000243-6.
3. Кузнецов, Е. Е. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур : монография / Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов. – Благовещенск : Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2017. – 272 с.
4. Кривуца, З. Ф. Применение нефтяного энергетического эквивалента при оценке эффективности автотранспорта / З. Ф. Кривуца, А. В. Кучер, С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов // АвтоГазоЗаправочный комплекс плюс альтернативное топливо. – 2020. – Том 19. – № 4. – С. 174–176.
5. Резник, А. М. Исследование эксплуатационных характеристик стартерных батарей с целью разработки методов их определения : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. (05.09.03) / Резник Александр Моисеевич ; Московский автомобильно-дорожный институт. – Москва, 1975. – 24 с.
6. Щитов, С. В. Влияние внешних факторов на топливную экономичность автомобиля при транспортно-технологическом обеспечении АПК / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 9. – С. 111–117.
7. Щитов, С. В. Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники в Сахалинской области / С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, Н. Ф. Двойнова // «АгроЭкоИнфо». – 2016. – №4. – URL: [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st\\_441.doc](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st_441.doc).

#### References

1. Belogurov, I. G. Starternye kislotnye akkumulyatory (Starter acid batteries), Moscow, Voenizdat, 1960, 168 p.
2. Borovskih, Yu. I., Gutenev, N. I. Elektrooborudovanie avtomobilej: [Ucheb. posobie dlya vtuzov] (Electrical equipment of cars: [Textbook for technical colleges]), Kiev, Vyshcha shk., 1988, 166 p., ISBN 5-11-000243-6.
3. Kuznetcov, E. E., Shchitov, S. V. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nyh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdelevaniya sel'skokozyajstvennyh kul'tur. Monografiya (Improving the efficiency of using mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops. Monograph), Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU, 2017, 272 p.
4. Krivutca, Z. F., Kucher, A. V., Shchitov, S. V., Kuznetcov, E. E. Primenenie neftyanogo energeticheskogo ekvivalenta pri ocenke effektivnosti avtotransporta (Application of oil energy equivalent

in assessing the efficiency of vehicles), AvtoGazoZapravochnyj kompleks plyus alternativnoe toplivo, 2020, V. 19, No 4, PP.174–176.

5. Reznik, A. M. Issledovanie ekspluatatsionnykh harakteristik starternykh batarej s cel'yu razrabotki metodov ih opredeleniya [Tekst] avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk. (05.09.03) (Investigation of the operational characteristics of starter batteries in order to develop methods for their determination [Text]: Author's abstract of PhD in Technical sci. diss.). Reznik Aleksandr Moiseevich; Moskovskij avtomobilno-dorozhnyj institute, Moscow, 1975, 24 p.

6. Shchitov, S. V., Krivuca, Z. F. Vliyanie vneshnih faktorov na toplivnyuyu ekonomichnost' avtomobilya pri transportno-tekhnologicheskom obespechenii APK (The influence of external factors on the fuel efficiency of a car in the transport and technological support of the agro-industrial complex), Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014, No 9, PP.111–117.

7. Shchitov, S. V., Krivutca, Z. F., Dvoynova, N. F. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki v Sahalinskoj oblasti (Improving the efficiency of the use of agricultural machinery in the Sakhalin region), «AgroEkoInfo», 2016, No 4, URL: <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2016/4/st 441.doc>.

© Кучер А. В., Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Решетник Е. И., Двойнова Н. Ф., 2021  
Статья поступила в редакцию 27.05.2021; одобрена после рецензирования 18.06.2021; принята к публикации 26.08.2021.

The article was submitted 27.05.2021; approved after reviewing 18.06.2021; accepted for publication 26.08.2021.

#### **Информация об авторах**

**Кучер Александр Викторович**, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет;

**Кривуца Зоя Федоровна**, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: [zfk20091@rambler.ru](mailto:zfk20091@rambler.ru);

**Щитов Сергей Васильевич**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: [uoup\\_dalgau@mail.ru](mailto:uoup_dalgau@mail.ru);

**Кузнецов Евгений Евгеньевич**, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru);

**Решетник Екатерина Ивановна**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет;

**Двойнова Наталья Федоровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Сахалинский государственный университет, e-mail: [dnfsach@yandex.ru](mailto:darfsach@yandex.ru).

#### **Information about authors**

**Alexandr V. Kucher**, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University;

**Zoya F. Krivutsa**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, e-mail: [zfk20091@rambler.ru](mailto:zfk20091@rambler.ru);

**Sergey V. Shchitov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, e-mail: [uoup\\_dalgau@mail.ru](mailto:uoup_dalgau@mail.ru);

**Evgeny E. Kuznetsov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, e-mail: [ji.tor@mail.ru](mailto:ji.tor@mail.ru);

**Ekaterina I. Reshetnik**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University;

**Natalia F. Dvoynova**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Sakhalin State University, e-mail: [dnfsach@yandex.ru](mailto:darfsach@yandex.ru).

УДК 631.354.2(571.61)

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-93-98

### Модель для прогнозирования потерь сои за жаткой

Ирина Александровна Лонцева<sup>1</sup>, Наталья Владимировна Соболева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия

<sup>1</sup> largoil@mail.ru, <sup>2</sup> soboleva.07@mail.ru

**Аннотация.** В условиях переувлажненных почв уборку рекомендуется выполнять гусеничными зерноуборочными комбайнами. Одной из наиболее востребованных моделей на сегодняшний день является зерноуборочный комбайн «Вектор 450». Он зарекомендовал себя у производителей АПК как надежный, а гусеничный ход, кроме высокой проходимости, обеспечивает плавное перемещение по поверхности поля. Наличие соевой жатки на уборке сои позволяет копировать рельеф и максимально срезать все растения. Определение показателей качества уборки сои – процесс чрезвычайно трудоёмкий и зависит от большого количества параметров (факторов). В статье предложена модель для определения потерь за жаткой, а также метод решения – с использованием набора независимых безразмерных групп. В результате анализа представленной модели проведены эксперименты, показывающие, что общее количество потерь зерна во время уборки с использованием соевой жатки, установленной на гусеничном зерноуборочном комбайне, составит 5,46 %. Такое количество потерь будет в том случае, если скорость уборки не будет превышать 7 км/ч, частота вращения мотвила составит 20 об/мин, а средняя высота среза растений – 5–7 см.

**Ключевые слова:** зерноуборочный комбайн, уборка сои, потери за жаткой

**Для цитирования:** Лонцева И. А., Соболева Н. В. Модель для прогнозирования потерь сои за жаткой // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 93–98.

### A model for predicting header soy bean losses in a combine harvester

Irina A. Lontseva<sup>1</sup>, Natalya V. Soboleva<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

<sup>1</sup> largoil@mail.ru, <sup>2</sup> soboleva.07@mail.ru

**Abstract.** In conditions of waterlogged soils, it is recommended to harvest using caterpillar combine harvesters. One of the most popular models today is the «Vector 450» combine harvester. It has proven itself among agro-industrial complex manufacturers as reliable, and the caterpillar track, in addition to high cross-country ability, ensures smooth movement over the field surface. The presence of a soybean header during soybean harvesting allows copying the relief and cuts plants as low as possible. Determination of quality indicators of soybean harvesting is an extremely time-consuming process and depends on a large number of parameters (factors). The article proposes a model for computing the header losses as well as a solution method using a set of independent dimensionless groups. As a result of the analysis of the presented model, experiments were carried out, showing that the total amount of grain losses during harvesting using a soybean header installed on a caterpillar combine harvester would be 5.46 %. This amount of losses will occur if the harvesting speed does not exceed 7 km/h, the reel rotation speed is 20 rpm, and the average cutting height of plants is 5-7 cm.

**Keywords:** combine harvester, soybean harvesting, header soy bean losses

**For citation:** Lontseva I. A., Soboleva N. V. A model for predicting header soy bean losses in a combine harvester. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 93–98.

Выращивание сои – основной вид деятельности предприятий АПК в Амурской области. Весь процесс от обработки почвы и до получения готовой продукции механизирован. Для уборки урожая применяют современные зерноуборочные комбайны, преимущественно отечественного производства или собранные на комбайновых заводах России [1, 5].

Зерноуборочный комбайн – универсальная машина, способная обмолачивать различные культуры (пшеницу, ячмень, овёс, сою, кукурузу и другие). Классификация зерноуборочных комбайнов многообразна, но функции, которые они выполняют на уборке сои, состоят в следующем: срезание стебля, обмолот, очистка, выгрузка.

Основным показателем качества уборки урожая является количество потерь зерна за рабочими органами машины. Потери зависят от большого числа факторов: квалификации механизатора, сорта растения, скорости движения, степени износа основных частей рабочих органов, выбора настроек и регулировок, погодных условий и многих других [2].

Использование специального адаптера в виде соевой жатки направлено на снижение потерь во время среза [3]. В то же время синхронизация скорости движения мотовила и поступательной скорости комбайна позволит меньше разрушать створки бобов и терять зерно. Установка зерноуборочных комбайнов на гусеничную ходовую часть позволяет работать на переувлажненных почвах, в то время, когда колёсная техника простаивает. Несмотря на это, собрать весь урожай с полей невозможно.

Зная, благодаря чему возникли потери, мы можем найти компромиссное решение, при котором уровень потерь и скорость уборки урожая будут оптимальными [4, 5].

В качестве зерноуборочного комбайна для проведения исследований принят зерноуборочный комбайн Вектор 450 на гусеничной ходовой части с соевой жаткой Float Stream 703. Исследования проводились при неблагоприятных условиях на уборке сои в Амурской области осенью 2020 года на участке площадью 200 га с биологической урожайностью 23,5 ц/га.

При выполнении технологического процесса уборки благодаря наличию гусеничного хода зерноуборочный комбайн Вектор-450 плавно перемещается по полю, а жатка хорошо копирует рельеф поля. Для определения оптимальных настроек жатки использовали изменяемые и постоянные параметры (табл.1), которые определяли согласно ГОСТ 28301-2007 «Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний» [7]. Изменяемые параметры: частота (скорость) вращения мотовила, скорость движения зерноуборочного комбайна, высота установки режущего бруса; постоянные параметры: ширина захвата жатки, скорость ножа режущего аппарата.

Исследования проводили на сое сорта Лазурная, влажность зерна – 11,2 %.

После проведения экспериментальных исследований предложена модель для определения потерь за жаткой:

$$F(m_{\pi}, m_z, v_m, v_c, v_k, h_c, B) = 0 \quad (1)$$

где  $m_{\pi}$  – масса общих потерь зерна;  
 $m_z$  – масса собранного зерна (бункерная урожайность);  
 $v_m$  – скорость вращения мотовила;  
 $v_c$  – скорость резания сегментно-пальцевым механизмом;  
 $v_k$  – скорость движения зерноуборочного комбайна;  
 $h_c$  – высота установки режущего бруса;  
 $B$  – ширина захвата жатки.

Практически все исследуемые параметры жатки являются значимыми, что приводит к сложности при выполнении расчётов и анализа. Определение вида этой зависимости требует большого количества экспериментов. Предлагаем сгруппировать параметры таким образом, чтобы получить наборы независимых безразмерных групп, воспользовавшись методом вычисления – теоремой Букингема п. Обозначая безразмерные переменные буквами  $\pi$ , получим результат в общем виде:

$$\pi_1 = F(\pi_2, \pi_3, \dots, \pi_i) \quad (2)$$

Таблица 1

**Характеристики зерноуборочного комбайна и соевой жатки**

Показатель	Значение
<b>Зерноуборочный комбайн Вектор-450</b>	
Тип молотильного аппарата	1 барабанный
Вместимость бункера, л	6 000
Мощность двигателя, кВт/л.с.	188/255
<b>Соевая жатка Float Stream 703</b>	
Габаритные размеры жатки, мм - длина - ширина - высота	2 370 7 500 1 680
Конструкционная ширина захвата, м	7
Режущий аппарат, тип	Сегментно-пальцевый со стальными штампованными сдвоенными пальцами. Гибкий, шарнирно подвешенный относительно рамы
Высота среза, мм	30–140
Частота вращения шнека, об/мин	160, 180, 200
Мотовило, тип	Лопастной, эксцентриковый с пластиковыми пальцами
Частота вращения мотовила, об/мин	14–55
Рабочая скорость, км/ч	не более 7

Прежде всего необходимо установить, сколько безразмерных комплексов получается из уравнения (1), то есть значение  $i$ . Это значение определяется соотношением:

$$i = n - r, \quad (3)$$

где  $n$  – число переменных;  
 $r$  – максимальное число переменных, из которых нельзя образовать безразмерную комбинацию.

В нашем случае уравнение (1) включает 7 переменных и 3 параметра жатки. Тогда количество безразмерных параметров  $\pi$ , построенных из переменных, составит  $7-3=4$  ( $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4$ ):

$$\pi_1 = \Pi = \frac{m_3}{m_n}, \quad (4)$$

$$\pi_2 = \frac{v_m}{v_c}, \quad (5)$$

$$\pi_3 = \frac{v_m}{v_k}, \quad (6)$$

$$\pi_4 = \frac{h_c}{B}, \quad (7)$$

Среди приведенных выше параметров  $\pi$ ,  $\pi_1$  – зависимый параметр, а  $\pi_2, \pi_3, \pi_4$  – независимые. Подставив в выражение (2) параметры  $r$ , из выражений (4)–(7), получим:

$$\pi_1 = \Pi = F\left(\frac{v_m}{v_c}, \frac{v_m}{v_k}, \frac{h_c}{B}\right), \quad (8)$$

$$\pi_1 = \Pi = \left[F_1 \frac{v_m}{v_c}, F_2 \frac{v_m}{v_k}, F_3 \frac{h_c}{B}\right] \quad (9)$$

Первоначально получим все функциональные соотношения с  $F_1$  по  $F_3$ , для этого проинтегрируем обе части уравнения (9):

$$\int \Pi dx = \left[ \int_{v_c}^{v_m} F_1 + \int_{v_k}^{v_m} F_2 + \int_B^{h_c} F_3 \right] dx \quad (10)$$

Еще одним принципом группировки параметров стал выбор созависимых переменных, в основу которого было положено уравнение прямой с угловым коэффициентом вида  $y=kx+b$ .

В нашем случае каждая из интегрируемых функций в уравнении (10) содержит свои константы (от  $b_1$  до  $b_3$ ) и уравнение прямой:

$$\int \Pi dx = kx + b, \quad (11)$$

$$\int_{v_c}^{v_m} F_1 dx = f_1|_{v_c}^{v_m} + b_1, \quad (12)$$

$$\int_{v_k}^{v_m} F_2 dx = f_2|_{v_k}^{v_m} + b_2, \quad (13)$$

$$\int_B^{h_c} F_3 dx = f_3|_B^{h_c} + b_3, \quad (14)$$

В ходе исследования константы не были определены до тех пор, пока не было найдено каждое функциональное соотношение. Значение каждой константы  $b$  различно для разных значений других функциональных групп.

Приравнивая левые и правые части, получим:

$$px = f_1|_{v_c}^{v_m} = f_1(v_m) - f_1(v_c), \quad (15)$$

$$px = f_2|_{v_k}^{v_m} = f_2(v_m) - f_2(v_k), \quad (16)$$

$$px = f_3|_B^{h_c} = f_3(h_c) - f_3(B) \quad (17)$$

Для выполнения графического анализа проведены экспериментальные ис-

следования, при этом выбранные параметры находились в определенных границах (табл. 2).

Детальный анализ выражения (8) показывает, что  $\pi_2$  и  $\pi_3$  являются функциями скорости вращения мотвила, и их влияние можно легко оценить, если один параметр оставлять неизменным, а другой изменять (рис. 1, рис. 2).

На рисунке 1 показана линейная зависимость для определения результирующего уравнения:

$$\int_{v_c}^{v_m} F_1 = 1,8774 \int_{v_c}^{v_m} f_1 \quad (18)$$

Рисунок 2 построен для анализа значений и получения зависимости:

$$\int_{v_k}^{v_m} F_2 = 0,9212 \int_{v_k}^{v_m} f_2 \quad (19)$$

В случае с нахождением  $\pi_4$  постоянным параметром выступает ширина захвата жатки, а меняется лишь высота среза растений.

Анализ рисунка 3 позволяет получить следующее уравнение:

$$\int_B^{h_c} F_3 = 2,6568 \int_B^{h_c} f_3 \quad (20)$$

Полученные зависимости (18), (19) и (20) подставим в уравнение (10), которое примет вид:

$$\int \Pi dx = \left[ 1,8774 \int_{v_c}^{v_m} f_1 + 0,9212 \int_{v_k}^{v_m} f_2 + 2,6568 \int_B^{h_c} f_3 \right] dx \quad (21)$$

Таблица 2

### Диапазон основных параметров для графического анализа

Обозначение	Параметр	Диапазон значений
$v_m/v_c$	Отношение скорости вращения мотвила к скорости режущего аппарата	0,018–0,021
$v_m/v_k$	Отношение скорости вращения мотвила к скорости зерноуборочного комбайна	1,380–1,650
$h_c/B$	Отношение высоты режущего бруса к ширине захвата жатки	0,007–0,010

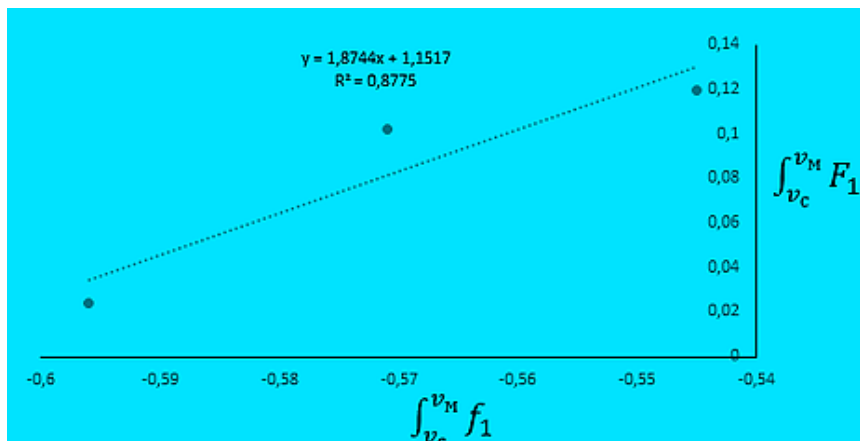


Рисунок 1 – Зависимость между  $\int_{v_c}^{v_M} f_1$  и  $\int_{v_c}^{v_M} F_1$

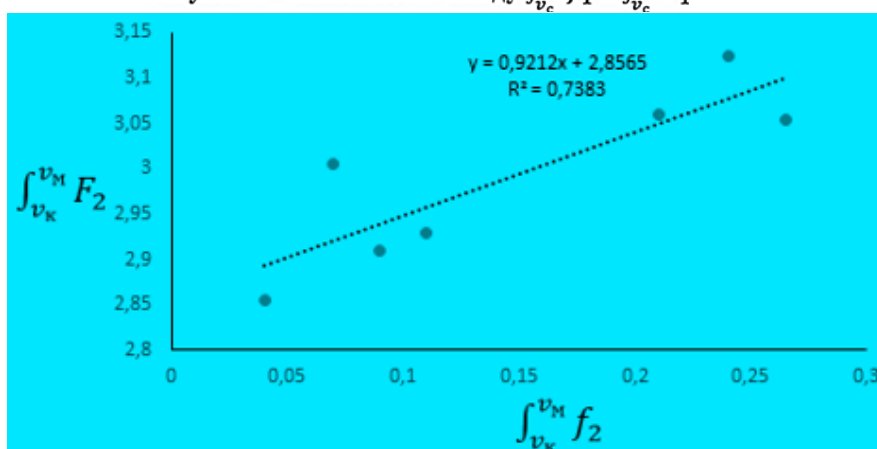


Рисунок 2 – Зависимость между  $\int_{v_k}^{v_M} f_2$  и  $\int_{v_k}^{v_M} F_2$

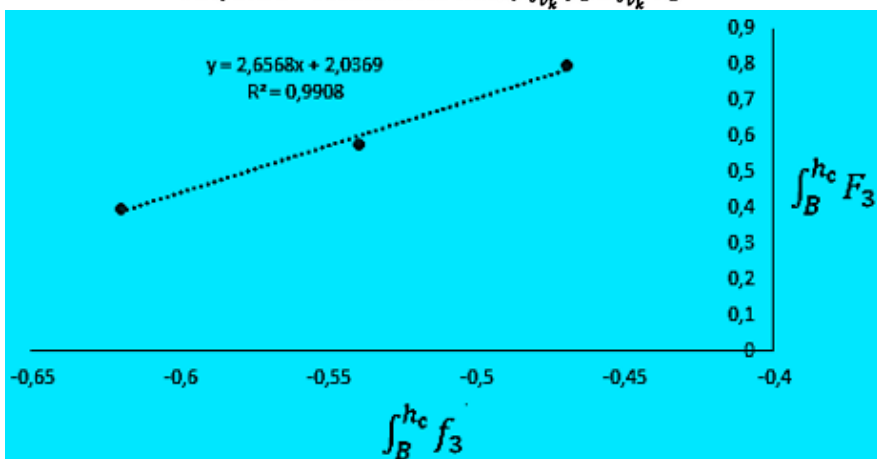


Рисунок 3 – Зависимость между  $\int_B^{h_c} f_3$  и  $\int_B^{h_c} F_3$

В результате анализа уравнения (21) получено значение для  $\pi_1$  как соотношение  $m_3$  и  $m_n$  на уровне 5,46.

В результате анализа модели проведены эксперименты, показывающие, что общее количество потерь зерна во время уборки с использованием соевой жатки, установленной на гусеничном зерноуборочном комбайне, составило 5,46 %. Полученные значения потерь за жаткой и молотильно-сепарирующим

устройством менее 6 % считаются удовлетворительными [6], несмотря на то, что уборка проходила при неблагоприятных условиях с соблюдением рабочей скорости не более 7 км/ч, частоте вращения мотвила 20 об/мин, и средней высоте среза растений 5–7 см. Результаты могут быть иными, если их проводить в других условиях, на сортах сои с иными качественными показателями (сорт, влажность, урожайность и др.).

## Список литературы

1. Бумбар, И. В. Состояние и пути повышения эффективности уборки сои в сельскохозяйственных зонах Амурской области / И. В. Бумбар, И. В. Лазарев, И. А. Лонцева, А. Н. Петренко // Аграрные проблемы научного обеспечения Дальнего Востока: сб. науч. тр. по матер. науч.- практ. конф., посвящённой 45-летию создания Всероссийского НИИ сои: в 2-х томах. – Благовещенск: Всероссийский научно-исследовательский институт сои, 2013. – С. 89–93.
2. Канделя, М. В. Комбайн зерноуборочный роторный на гусеничном ходу / М. В. Канделя, Н. М. Канделя, В. Л. Земляк, И. В. Бумбар // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 4. – С. 117–124.
3. Лонцева, И. А. Агротехническая оценка работы зерноуборочных комбайнов на уборке сои / И. А. Лонцева, М. И. Вязьмин // Дальневосточный аграрный вестник. – 2008. – № 1 (5). – С. 77–79.
4. Лонцева, И. А. Выбор оптимальной скорости движения зерноуборочных комбайнов / И. А. Лонцева // Новые задачи технических наук и пути их решения: сб. статей междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 151–153.
5. Лонцева, И. А. Пути повышения эксплуатационной производительности зерноуборочных комбайнов / И. А. Лонцева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2017. – № 4 (44). – С. 175–181.
6. Практикум по технологии производства продукции растениеводства : учебник / В. А. Шевченко, И. П. Фирсов, А. М. Соловьев, И. Н. Гаспарян. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 400 с.
7. ГОСТ 28301-2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. – Москва : Стандартиформ, 2010. – 40 с.

## References

1. Bumbar, I. V., Lazarev, I. V., Lonceva, I. A., Petrenko, A. N. Sostojanie i puti povysheniya jeffektivnosti uborki soi v sel'skohozjajstvennyh zonah Amurskoj oblasti (State and ways to improve the efficiency of soybean harvesting in agricultural zones of the Amur region), Agrarnye problemy nauchnogo obespechenija Dal'nego Vostoka: sb. nauch. tr. po mater. nauch. - prakt. konf., posvjashhjonnoj 45-letiju sozdanija Vserossijskogo NII soi, v 2-h tomah, Blagoveshhensk, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut soi, 2013, PP. 89–93.
2. Kandelja, M. V., Kandelja, N. M., Zemljak, V. L., Bumbar, I. V. Kombajn zernouborochnyj rotornyj na gusenichnom hodu (Rotary combine harvester on caterpillar), Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2019, No 4, PP. 117–124.
3. Lonceva, I. A., Vjaz'min, M. I. Agrotehnicheskaja ocenka raboty zernouborochnyh kombajnov na uborke soi (Agrotechnical assessment of the work of grain harvesters in the harvesting of soybeans), Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2008, No 1 (5), PP. 77–79.
4. Lonceva, I. A. Vybor optimal'noj skorosti dvizhenija zernouborochnyh kombajnov (Choice of optimal speed of grain harvesters), Novye zadachi tehniceskijh nauk i puti ih reshenija: cb. statej mezhhdunar. nauch.-prakt. konf., otv. red. Sukiasjan Asatur Al'bertovich, 2015, PP. 151–153.
5. Lonceva, I. A. Puti povysheniya jekspluatacionnoj proizvoditel'nosti zernouborochnyh kombajnov (Ways of increasing the operational productivity of grain harvesters), Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik, 2017, No 4 (44), PP. 175–181.
6. Praktikum po tehnologii proizvodstva produkcii rastenievodstva: uchebnik (Workshop on the technology of crop production: a textbook), V. A. Shevchenko, I. P. Firsov, A. M. Solov'ev, I. N. Gasparjan, St. Petersburg: Lan', 2021, 400 p.
7. GOST 28301-2007. Kombajny zernouborochnye. Metody ispytaniy. Moscow, Standartinform, 2010, 40 p.

© Лонцева И. А., Соболева Н. В., 2021

Статья поступила в редакцию 05.07.2021; одобрена после рецензирования 27.07.2021; принята к публикации 26.08.2021.

The article was submitted 05.07.2021; approved after reviewing 27.07.2021; accepted for publication 26.08.2021.

**Информация об авторах**

**Лонцева Ирина Александровна**, кандидат технических наук, доцент,  
Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: largoil@mail.ru;

**Соболева Наталья Владимировна**, старший преподаватель, Дальневосточный  
государственный аграрный университет, e-mail: soboleva.07@mail.ru.

**Information about the authors**

**Irina A. Lontseva**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State  
Agrarian University, e-mail: largoil@mail.ru;

**Natalya V. Soboleva**, Senior Lecturer, Far Eastern State Agrarian University, e-mail:  
soboleva.07@mail.ru.

УДК 631.303

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-99-105

### Определение оптимального числа транспортных средств в уборочно-транспортном комплексе

**Алексей Андреевич Попов<sup>1</sup>, Иван Васильевич Бумбар<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия<sup>1</sup> apa270594@mail.ru

**Аннотация.** В ходе уборочных работ необходимо правильно организовать работу по доставке урожая из бункера комбайна на элеватор. Для исключения простоя комбайна в поле в ожидании выгрузки необходимо точно рассчитать минимальное количество автомобилей для бесперебойной доставки урожая от комбайна к пункту послеуборочной обработки зерна или на элеватор. Многообразие применяемых для уборки зерна комбайнов и различие их характеристик требует рассмотрения зависимостей количества автомобилей от изменения ширины захвата жаток и объемов бункеров комбайнов. В хозяйствах для транспортировки зерна применяются различные по грузоподъемности автомобили, которые, в зависимости от объема бункера комбайна, способны работать одновременно с одним или несколькими комбайнами. Урожайность также влияет на время заполнения бункера комбайна, а, следовательно, и на необходимое количество автомобилей. В статье рассмотрены показатели, влияющие на количество автомобилей, и приводятся аналитические зависимости изменения их числа при прочих равных условиях. Одним из способов снижения потребности в автомобилях, в ходе уборочного процесса, является использование прицепов-перегрузчиков. Применение прицепов-перегрузчиков нашло широкое распространение за рубежом. Однако они не получили такого широкого использования в отечественных сельскохозяйственных предприятиях. Проведенный анализ позволяет оценить эффективность их применения в ходе уборочного процесса.

**Ключевые слова:** комбайн, уборочный процесс, прицеп-перегрузчик

**Для цитирования:** Попов А. А., Бумбар И. В. Определение оптимального числа транспортных средств в уборочно-транспортном комплексе // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 99–105.

### Determination of optimal number of vehicles in harvesting and transport complex

**Aleksey A. Popov<sup>1</sup>, Ivan V. Bumbar<sup>2</sup>**<sup>1,2</sup> Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia<sup>1</sup> apa270594@mail.ru

**Abstract.** During harvesting, it is necessary to properly organize the delivery of the crop from the harvester bunker to the elevator. To exclude the downtime of the harvester in the field while waiting for unloading, it is necessary to accurately calculate the minimum number of vehicles for uninterrupted delivery of the crop from the harvester bunker to the post-harvest grain processing point or to the elevator. The variety of combines used for grain harvesting and the difference in their characteristics requires consideration of the dependences of vehicle number on the width change of the reaper grasp and the combine bunker capacity. The vehicles of different carrying capacity are used for grain transporting in farms. Depending on the capacity of the harvester bunker, such vehicles are able to work simultaneously with one or more combine harvesters. The yield also affects the filling time of the harvester bunker, and therefore the required number of vehicles. The article considers the indicators affecting the number of cars and provides analytical dependences of changes in their number, all other things being equal. One of the ways to reduce the need for cars during the harvesting process is the use of grain carts. The use of grain carts is

widely used abroad. However, they have not found such widespread use in domestic agricultural enterprises. The analysis carried out makes it possible to assess the effectiveness of their use during the harvesting process.

**Keywords:** combine harvester, harvesting process, grain cart

**For citation:** Popov A. A., Bumbar I. V. Determination of optimal number of vehicles in harvesting and transport complex. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 99–105.

**Введение.** Для получения урожая большего количества и качества уборочный процесс должен проходить в кратчайшие сроки. Анализ данных уборочного процесса в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области показал, что средняя продолжительность уборки зерновых и сои составляет около 50 дней, что в несколько раз превышает номинальный показатель в 10–12 дней [3].

Одним из факторов, увеличивающих срок уборочного процесса, является неправильная организация уборочно-транспортных работ на предприятии.

В зависимости от зональных особенностей возделывания сельскохозяйственных культур, формы полей, удаленности их от пунктов послеуборочной обработки зерна применяют различные схемы организации уборочно-транспортных работ. Если есть возможность, необходимо обеспечить двухсменную работу зерноуборочных комплексов.

Работа транспорта может быть организована по следующим схемам:

- 1) поле – элеватор;
- 2) поле – пункт послеуборочной обработки зерна (ПОЗ) в хозяйстве, а от него на элеватор;

Первая схема находит применение, когда на предприятии отсутствуют ПОЗ или у них недостаточная производительность.

Опыт показывает, что наиболее эффективен способ: поле – ПОЗ – элеватор. Особенно это важно учитывать при производстве более одной тысячи тонн с влажностью зерна 15–20 %.

**Целью данной работы** является организация уборочно-транспортных работ, снижающая простой уборочной техники за счет расчета оптимального количества автомобилей.

**Условия и методы исследования.** В уборочном процессе важно исключить

простой комбайнов. Для этого следует иметь в виду, что число транспортных средств  $n$  определяют по отношению к времени заполнения бункера  $T_b$  и времени движения транспорта к пункту ПОЗ (элеватору) и назад к комбайну, то есть  $T_{об}$ .

Время заполнения бункера определим из выражения (1):

$$T_b = \frac{U \cdot \gamma \cdot (1 + \delta_k)}{3600 \cdot Q_k} \quad (1)$$

где  $U$  – объем бункера, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – объемная масса зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$\delta_k$  – отношение массы соломы к массе зерна (для зерновых  $\delta_k = 2$ ; для сои  $\delta_k = 1,2$ );

$Q_k$  – пропускная способность зерноуборочного комбайна, кг/с.

Формула (1) верна при условии:

$$q \geq U \cdot \gamma \quad (2)$$

где  $q$  – грузоподъемность транспортного средства, работающего с комбайном.

Однако, условие (2) не всегда выполняется в практике работы комбайнов и транспортных средств.

В Амурской области в уборочном процессе в основном задействованы следующие марки автомобилей:

1. Камаз-45143-50 с грузоподъемностью – 11700 кг, внутренними размерами платформы – 5260x2315x1250 мм и погрузочной высотой – 1468 мм.

2. ЗиЛ ММЗ 554М с мощностью двигателя 150 л. с., грузоподъемностью – 9000 кг и объемом платформы – 5(+2,8) м<sup>3</sup>.

3. ГАЗ 5312с номинальной мощностью двигателя 125 л. с., грузоподъемностью – 4500 кг и внутренними размерами платформы – 3740x2170x610 мм.

Время  $T_{об}$  определяется из выражения:

Время  $T_{об}$  (в часах) определяется как сумма составляющих:

1)  $t_n$  – время движения транспортного средства от комбайна до дороги (по полю) и от дороги до комбайна, час;

2)  $t_g$  – время движения транспортного средства к месту разгрузки (элеватору, пункту ПОЗ) и обратно по дороге, час;

3)  $t_p$  – время погрузки зерна из бункера комбайна в автомобиль и его разгрузки, час.

Время погрузки зерна из бункера комбайна и разгрузки принимают в среднем для автомобиля  $t_p=5-7$  минут, для транспорта с прицепом  $t_p=9-12$  минут. У современных комбайнов семейства Ростсельмаш при скорости выгрузки от 50 до 115 л/сек скорость выгрузки зерна может составлять от 2 до 1,52 минут [1].

Время движения  $t_n$  и  $t_g$  определим из выражений:

$$t_n = \frac{L_n}{V_n}, t_g = \frac{2 \cdot L_g}{V_g} \quad (3)$$

где  $L_n, L_g$  – расстояние соответственно от комбайна до дороги и обратно (по полю) и по дороге до места разгрузки, км;  $V_n, V_g$  – средняя скорость транспортного средства соответственно по полю и по дороге, км/ч.

В этом случае потребное количество транспортных средств составит:

$$n = \frac{\left(\frac{L_n}{V_n} + \frac{2 \cdot L_g}{V_g} + t_p\right) \cdot 3600 \cdot Q_k}{U \cdot \gamma \cdot (1 + \delta_k)} \quad (4)$$

При известной производительности комбайна за час чистого времени  $W_q$  (га/ч) и урожайности  $h$  (ц/га) получим:

$$n = T_{об} : \frac{U \cdot \gamma}{W_q \cdot h} = \frac{\left(\frac{L_n}{V_n} + \frac{2 \cdot L_g}{V_g} + t_p\right) \cdot B_p \cdot V_p \cdot h}{10 \cdot U \cdot \gamma} \quad (5)$$

где  $T_{об}$  – время оборота транспортного средства, час;

$B_p$  – рабочая ширина захвата жатки комбайна, м;

$U$  – объем бункера, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – объемная масса зерна, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – рабочая скорость комбайна, км/ч;

$h^p$  – урожайность зерна, ц/га;

$W_q$  – производительности комбайна за час чистого времени, га/ч.

Следует иметь в виду, что при определении количества автомобилей по формулам (4) и (5) для отдельно работающего комбайна, автомобили часть времени сменны простаивают, ожидая заполнения бункера комбайна.[2]

Уменьшение количества автомобилей приводит к простоям комбайна. В последнее время наблюдается тенденция увеличения емкости бункера комбайнов. Поэтому надо оценить эту тенденцию.

**Результаты исследований.** Используя выражение (5), проведем оптимальный расчет показателя  $n$  для комбайнов, отличающихся емкостью бункера при прочих равных условиях.

Примем емкости бункера 9; 10; 11; 12 м<sup>3</sup>.

Результаты расчета необходимого количества автомобилей представлены на графике (рис. 1).

Для удобства расчета количества автомобилей  $n$  в зависимости от емкости бункера комбайна  $U$  обозначим остальные параметры выражения 5 некоторой константой  $A$ . Тогда можем записать:

$$n = \frac{1}{U} \left\{ \frac{\left(\frac{L_n}{V_n} + \frac{2 \cdot L_g}{V_g} + t_p\right) \cdot B_p \cdot V_p \cdot h}{10 \cdot \gamma} \right\} \quad (6)$$

Здесь выражение в скобках константа  $A$ .

Введем значение величин, расположенных в фигурных скобках выражения (6):

$$\begin{aligned} L_n &= 0,1 \text{ км}; V_n = 6 \text{ км/ч}; V_g = 30 \text{ км/ч}; \\ L_g &= 3 \text{ км}; t_p = 0,1 \text{ ч}; B_p = 7 \text{ м}; V_p = 7 \text{ км/ч}; \\ h &= 20 \text{ ц/га}; \gamma = 850 \text{ кг/м}^3 \text{ или } 0,85 \text{ т/м}^3. \end{aligned}$$

В этом случае величина  $A = 36,5$ .

Таким образом, увеличение емкости бункера комбайна приводит к уменьшению потребности в транспортных средствах при прочих равных условиях (урожайность, ширина захвата жатки, скорость автомобиля и комбайна и др.).

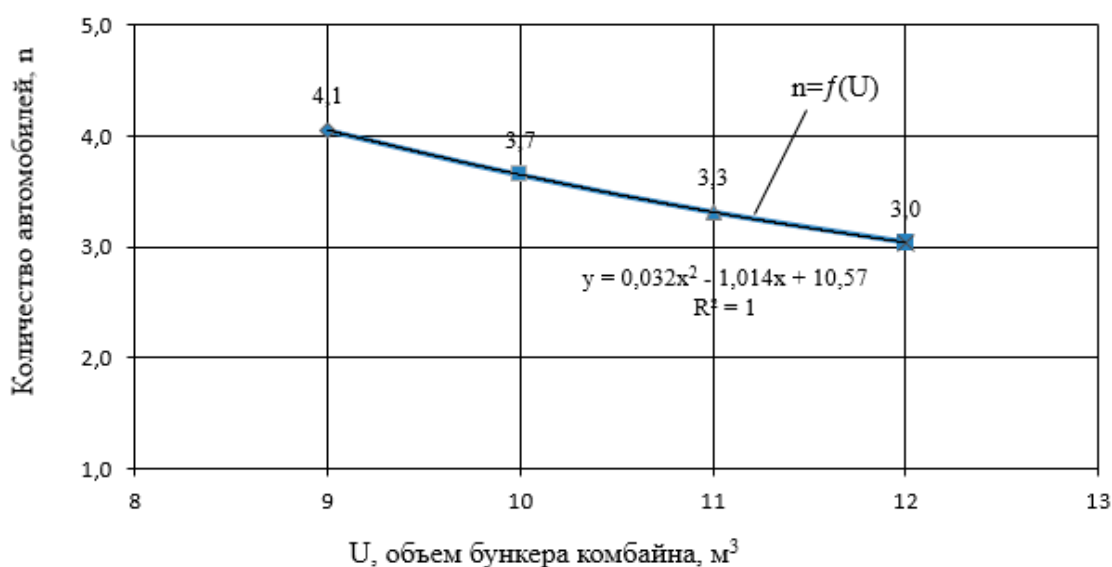


Рисунок 1 – Изменение количества транспортных средств в зависимости от емкости бункера комбайна

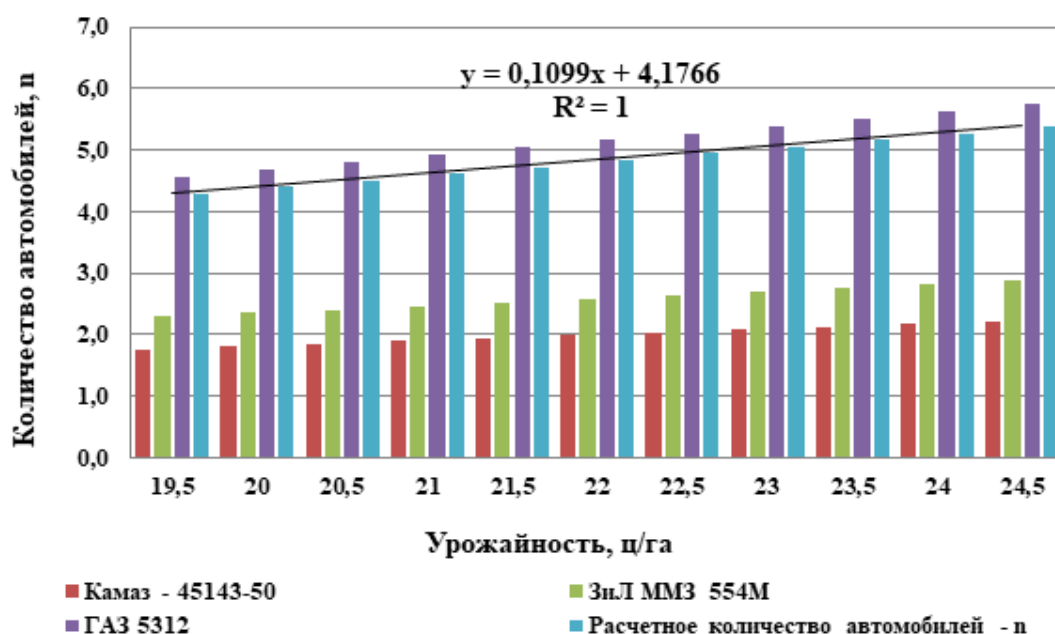


Рисунок 2 – Изменение количества автомобилей от урожайности

Для расчета показателя количества автомобилей  $n$ , в зависимости от урожайности, возьмем минимальное и максимальное значение средней урожайности зерновых в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области. Примем  $h_{min}=19,5$  ц/га;  $h_{max}=24,5$  ц/га [3].

Результаты расчета представлены на графике (рис 2).

Из графика видно, что с увеличением урожайности количество автомобилей, необходимых для обеспечения бесперебойного уборочного процесса, изменяется по линейной зависимости. Полученная

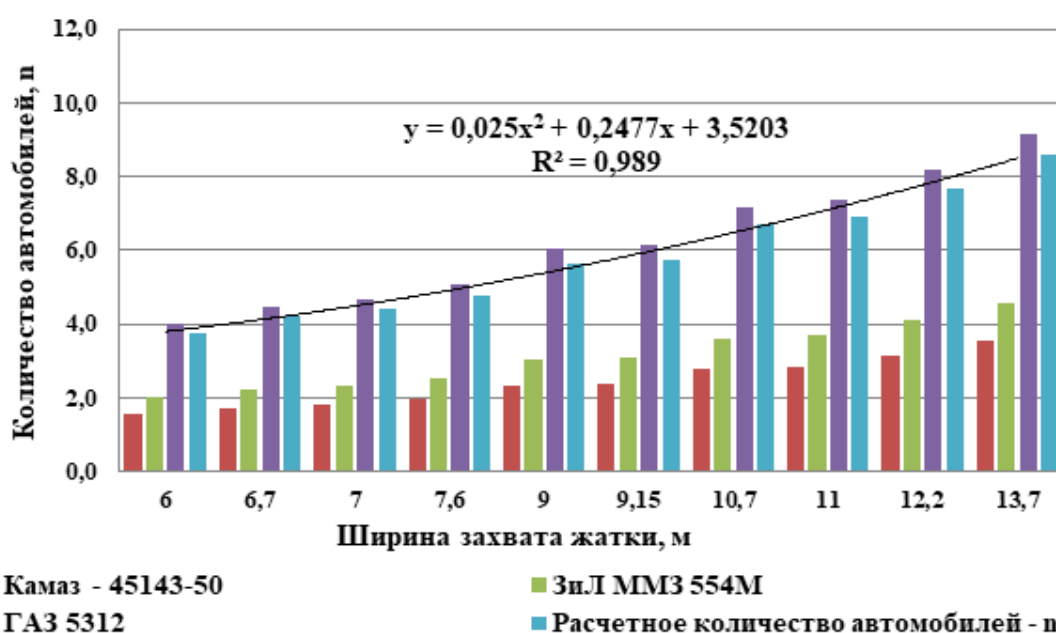


Рисунок 3 – Изменение количества автомобилей от ширины захвата жатки

Таблица

Исходные данные объемов прицепов-перегрузчиков

Производитель	Прицеп – перегрузчик		Количество автомобилей
	Марка	Объем, м <sup>3</sup>	
Тонар (Россия)	ПТ5	22	1,66
	ПТ11	30	1,22
	БП15	40	0,91
Атлант (Россия)	ТЗП-39 «Атлант»	42	0,87
Ростсельмаш (Россия)	1060	37,1	0,98
	1360	47,6	0,77
Завод Кобзаренко (Украина)	ПБН-16	16	2,28
	ПБН-20	20	1,83
	ПБН-30	30	1,22
	ПБН-40	40	0,91
	ПБН-50	50	0,73
E-Z Tech (США)	E-Z TECH 1020	38	0,96
	E-Z TECH 870	31	1,18
	E-Z TECH 550	20	1,83
Degelman (Канада)	Degelman 1150 «Diplodoc»	42	0,87

аналитическая зависимость позволяет рассчитать необходимое количество автомобилей при заданной урожайности.

Зависимость необходимого количества автомобилей от ширины захвата жатки комбайна показана на графике (рис. 3). Для расчета этой зависимости были выбраны жатки компании Ростсельмаш с шириной захвата 6; 7; 9 м, и жатки компании JohnDeere с шириной захвата 6,7; 7,6; 9,15; 10,7; 11; 12,2; 13,7 м.

Полученная зависимость выражается полиномиальной функцией и может быть применена для расчета оптимального количества автомобилей, необходимых для обеспечения бесперебойного уборочного процесса.

Для снижения простоя техники во время уборочного процесса в некоторых хозяйствах применяют бункеры накопители-перегрузчики зерна, представляющие из себя тракторные прицепы большого объема и оборудованные выгрузными шнеками. Они принимают зерно из бункера комбайна в поле и перегружают его в кузов автомобиля на краю поля.

Эти машины оборудуются широкопрофильными шинами для снижения давления на почву и могут оснащаться регулируемой осью, которая обеспечивает

передвижение по полю с любым междурядьем.

Также прицепы-перегрузчики могут оснащаться весами, которые обеспечивают контроль объемов загружаемого и выгружаемого из прицепа зерна (продукция Degelman).

Для расчета необходимого количества автомобилей при использовании в уборочном процессе прицепов-перегрузчиков применим выражение (6) и подставим в него значения объемов перегрузчиков от нескольких производителей (табл. 1) при прочих равных условиях.

Результаты расчетов и аналитические зависимости изменения количества автомобилей  $n$  при использовании прицепов-перегрузчиков различного объема кузова и емкости бункера комбайна представлены на графике (рис. 4).

Из графика видно, что при использовании прицепа-перегрузчика объемом от 37,1 м<sup>3</sup> (Ростсельмаш 1060) количество автомобилей, необходимых для непрерывного уборочного процесса, в три раза меньше, чем при использовании только емкости бункеров комбайнов с максимальным объемом.

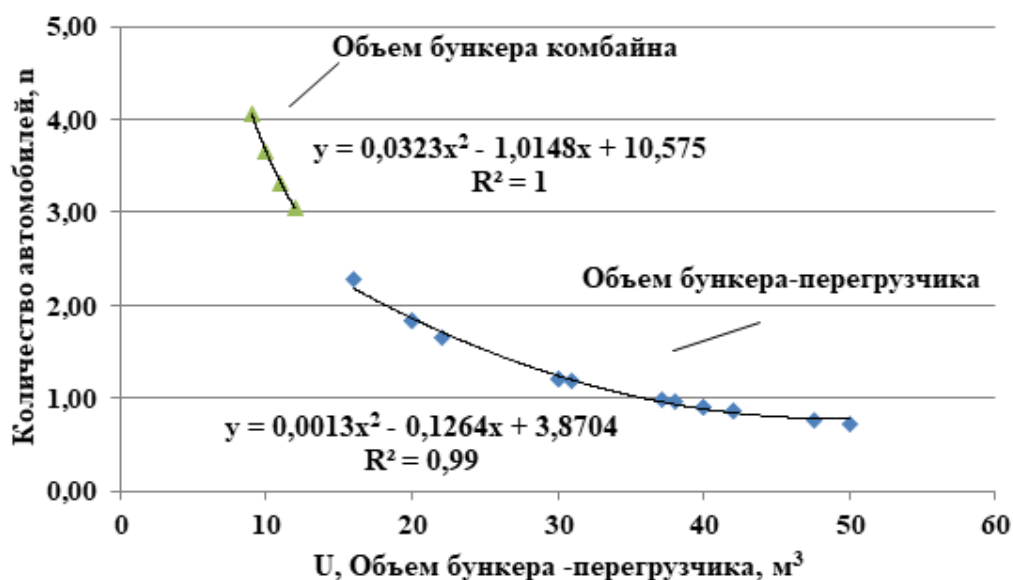


Рисунок 4 – Изменение количества автомобилей  $n$  в зависимости от объема бункера комбайна и бункера-перегрузчика

**Вывод.** Таким образом, определено математическое значение необходимого количества автомобилей для непрерывного хода уборочного процесса при различных факторах, таких как объем бункеров комбайнов, ширины захвата жаток, а также при различной величине урожайности. Для применения полученных значений необходимого количества автомобилей

на практике необходимо округлить полученные значения в большую сторону. Была доказана эффективность включения в уборочный процесс прицепов-перегрузчиков, которые снижают потребность в автомобилях. Получены аналитические зависимости изменения потребности в автомобилях в ходе уборочного процесса.

### Список литературы

1. Зерноуборочные комбайны Ростсельмаш. – URL: – <https://rostselmash.com/products/combine> (дата обращения: 12.05.2021).
2. Кузьмин М. В. Комплексная механизация уборки зерновых / М. В. Кузьмин, Ю. Г. Смирнов, И. Н. Кабаненков [и др.]. – Москва : Россельхозиздат, 1975. – 152 с.
3. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Амурской области. – URL: <https://agro.amurobl.ru/pages/informatsiya-o-selskokhozyaystvennykh-rabotakh> (дата обращения: 20.06.2021).

### References

1. Zernouborochnye kombajny Rostsel'mash (The combine harvesters Rostselmash), URL: <https://rostselmash.com/products/combine> (data obrashcheniia: 12.05. 2021).
2. Kuz'min, M. V., Smirnov, Yu. G., Kabanenkov, I.N. [i dr.]. Kompleksnaya mekhanizaciya uborki zernovyh (Complex mechanization of grain harvesting), Moscow, Rossel'hozizdat, 1975, 152 p..
3. Ofitsial'nyy sayt Ministerstva sel'skogo khozyaystva Amurskoy oblasti (Official website of the Ministry of Agriculture of the Amur Region), URL: <https://agro.amurobl.ru/pages/informatsiya-o-selskokhozyaystvennykh-rabotakh> (data obrashcheniia: 20.06. 2021).

© Попов А. А. Бумбар И. В., 2021

Статья поступила в редакцию 01.07.2021; одобрена после рецензирования 20.07.2021; принята к публикации 27.08.2021.  
The article was submitted 01.07.2021; approved after reviewing 20.07.2021; accepted for publication 27.08.2021.

### Информация об авторах

**Попов Алексей Андреевич**, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, e-mail: [apa270594@mail.ru](mailto:apa270594@mail.ru);

**Бумбар Иван Васильевич**, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет.

### Information about authors

**Aleksey A. Popov**, Postgraduate Student; Far Eastern State Agrarian University e-mail: [apa270594@mail.ru](mailto:apa270594@mail.ru);

**Ivan V. Bumbar**, Doctor of Technical Sciences, Professor; Far Eastern State Agrarian University.

УДК 631.331.86

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-106-115

**Обоснование рациональных параметров сошника  
для посева зерновых культур с внесением удобрений ниже уровня семян**

**Даба Нимаевич Раднаев<sup>1</sup>, Ольга Гениановна Зимина<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова,  
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

<sup>1</sup> daba01@mail.ru, <sup>2</sup> oid67@mail.ru

**Аннотация.** В современных условиях с особой остротой встает проблема технического перевооружения и модернизации агропромышленного комплекса Забайкалья. В большей части конструкций сеялок для посева семян зерновых культур и внесения удобрений и тот, и другой процесс осуществляется совместно в один ряд. При этом происходит нежелательное химическое воздействие удобрений на семена, которое приводит к снижению темпа развития растений и даже к их гибели. Также наблюдается изменение направления роста корневой системы культурных растений под влиянием химических веществ. Наиболее благоприятным является посев с внесением удобрений ниже уровня семян, что позволяет корням растений развиваться в направлении источника питания, образуя мощную корневую систему. Разработан сошник для посева зерновых культур с внесением удобрений ниже уровня семян. Конструкция предлагаемого комбинированного сошника для посева семян зерновых культур позволяет значительно увеличить равномерность заделки семян по глубине, создать им наиболее оптимальные условия для произрастания, что позволяет повысить урожайность. В статье приводятся результаты исследований по оптимизации и математическому описанию сложных многофакторных процессов. Применение математических методов планирования эксперимента позволяют ставить и решать задачи более оперативно, по сравнению с традиционными методами исследования. При планировании эксперимента в первую очередь выбирается критерий оптимизации, по которому оценивается исследуемый объект, и который связывает факторы в математическую модель. Главное – стремиться к тому, чтобы критерий оптимизации был один, имел ясный физический смысл и количественную оценку. В качестве критерия оптимизации был выбран параметр равномерности глубины заделки семян комбинированным сошником, который тесно коррелируется с устойчивостью хода в вертикальной плоскости. Разработаны рациональные значения основных параметров сошника для посева и внесения удобрений ниже уровня семян в зависимости от равномерности глубины заделки семян.

**Ключевые слова:** лаповый сошник, уровень семян и удобрений, планирование эксперимента, оптимизация параметров

**Для цитирования:** Раднаев Д. Н., Зимина О. Г. Обоснование рациональных параметров сошника для посева зерновых культур с внесением удобрений ниже уровня семян // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 106–115.

**Justification of rational parameters of the coulter  
for grain crops sowing with fertilizer application below the seed level**

**Daba N. Radnaev<sup>1</sup>, Olga G. Zimina<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> The Buryat State Academy of Agriculture, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

<sup>1</sup> daba01@mail.ru, <sup>2</sup> oid67@mail.ru

**Abstract.** In modern conditions, the problem of technical re-equipment and modernization of the agro-industrial complex of Transbaikalia arises with particular urgency. In most of the designs of seeders for grain seeds sowing and fertilizing application are carried out together in one row. In this case, an undesirable chemical effect of fertilizers on seeds occurs, which leads to a decrease in

the rate of plant development and even its death. There is also a change in the direction of growth of the root system of cultivated plants under the influence of chemicals. Sowing with fertilization below the seed level is the most favorable as it allows the plant roots to develop towards the source of nutrition, forming a powerful root system. The coulter for grain crops sowing with fertilization below the seed level has been developed. The design of the proposed combined coulter for sowing seeds of grain crops can significantly increase the uniformity of seeding in depth, create the most optimal conditions for their growth, which allows you to increase the yield. The article presents the results of research on optimization and mathematical description of complex multifactorial processes based on the use of mathematical methods for planning an experiment, which make it possible to set and solve problems more quickly than traditional research methods. When planning an experiment, first of all, an optimization criterion is selected, according to which the investigated object is evaluated, and which links the factors into a mathematical model. The main thing is to strive to ensure that the optimization criterion is single, and has a clear physical meaning and quantitative assessment. The parameter of the uniformity of the seeding depth by the combined coulter was chosen as an optimization criterion, which is closely correlated with the stability of the stroke in the vertical plane. Rational values of the main parameters of the coulter for sowing and fertilizing below the seed level have been developed, depending on the uniformity of the seeding depth.

**Keywords:** paw coulter, level of seeds and fertilizers, experiment planning, optimization of parameters

**For citation:** Radnaev D. N., Zimina O. G. Justification of rational parameters of the coulter for grain crops sowing with fertilizer application below the seed level. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 106–115.

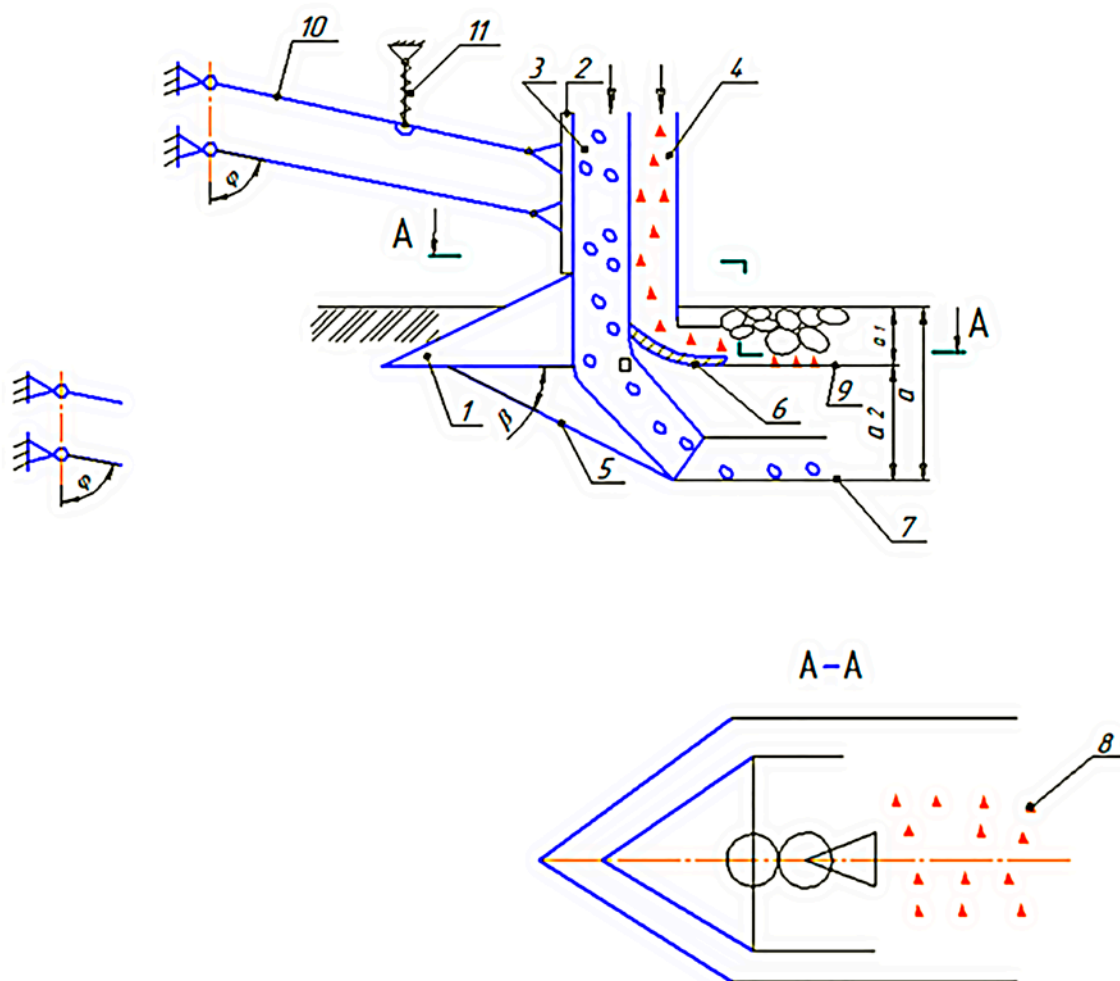
**Введение.** К техническому средству для посева предъявляется ряд требований агрономического характера [1, 2, 5]. Культурные растения должны быть поставлены в условия достаточного обеспечения влагой, светом, воздухом, питательными веществами и теплом. Так называемая норма высева семян, выражаемая в килограммах или центнерах на гектар, устанавливается для разных культур в разных районах опытным путем (при определенном способе посева). Этой нормой, в среднем, определяется величина площади, приходящаяся на одно растение. Однако давно уже было замечено, что культурные растения реагируют не только на величину площади, отводимой на одно растение, но и на форму этой площади, так как от формы площади, прежде всего, зависит степень использования растением световой энергии. По опытным данным, за оптимальную форму площади, занимаемой одним растением, можно принять квадрат или круг. Так, для пшеницы площадь под одним растением должна представлять собой квадрат со стороной 4–5 см, а норма высева на один гектар в килограммах должна определяться по числу всхожих зерен (по полевой всхожести) с учетом их абсолютного веса. Однако еще нет сеялок, способных осуществлять такой посев. Глубина расположения семян в рядках должна быть одинаковой, отклонение от заданной глубины допускается не более чем плюс (минус) один сантиметр для 80% от всего количества семян, посеянных с

соблюдением рациональной площади питания, близкой к форме круга [8, 9, 13].

В большей части конструкций сеялок заделка семян и внесение удобрений в почву осуществляется совместно в один рядок. При этом происходит нежелательное химическое воздействие удобрений на семена, что приводит к отрицательным последствиям развития культурных растений. Также наблюдается изменение направления роста корневой системы культурных растений под влиянием химических веществ. Наиболее благоприятным является посев с внесением удобрений ниже уровня семян, который позволяет растениям развиваться в направлении источника питания, образуя мощную корневую систему [4, 6, 10]. Разработан сошник для посева зерновых культур с внесением удобрений ниже уровня семян [11, 12].

**Цель работы.** Разработать и обосновать основные параметры сошника подпочвенно-полосового посева с внесением удобрений ниже уровня семян.

**Методика исследований.** На кафедре механизации сельскохозяйственных процессов Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова проведены работы по разработке конструкции сошника для посева семян и внесения удобрений ниже уровня семян, с обоснованием расстояния между уровнями семян и удобрений, равного 3,4 см [3] (рис. 1).



- 1 – лапа стрельчатая; 2 – стойка; 3 – туконаправитель; 4 – направитель семян;  
 5 – нож туконаправителя; 6 – скатная пластина; 7 – слой внесения удобрений; 8 – семена;  
 9 – слой посева семян; 10 – поводок параллелограммного механизма; 11 – пружина

**Рисунок 1 – Комбинированный сошник**

Сошник содержит стрельчатую лапу 1, прикрепленную к стойке 2, туконаправитель 3, направитель семян 4, нож туконаправителя 5, скатную пластину 6. Устройство работает следующим образом: стрельчатая лапа 1 подрезает пласт и рыхлит почвенный слой. Семена зерновых культур по семяпроводу поступают в направитель семян 4, откуда на скатную пластину 6, где семенной поток рассеивается по семенному ложу 9 полосой до 10–12 сантиметров в подсошниковом пространстве. Нож-тукораспределитель 5, имеющий форму клина, подрезает слой почвы, образует ложе 7 для удобрений, расположенное ниже уровня семян. Таким образом, образуется почвенная прослойка между семенами и удобрениями.

Устойчивость движения комбинированного сошника, которая тесно коррелирует с равномерностью глубины заделки семян, зависит от угла отклонения ( $\varphi$ ) поводка сошника, угла наклона ( $\beta$ ) ножа туконаправителя, от значений высоты подвеса параллелограммного механизма навески и длины поводков.

Техническое средство в виде модернизированного устройства для посева и внесения удобрений ниже уровня семян зерновых культур позволяет значительно повысить устойчивость хода по глубине, что позволяет создать благоприятные условия в начальный период развития растений. В дальнейшем данное условие приводит к повышению урожайности.

Планирование эксперимента дает возможность использовать его не только как способ обработки экспериментальных данных, но и позволяет оптимально ор-

Таблица

**Факторы, влияющие на глубину заделки семян**

Обозначение		Наименование факторов	Уровни варьирования	
кодир. вид	натур. вид		-1	+1
$X_1$	$z$	Жесткость пружины, Н/м	6	12
$X_2$	$\beta$	Угол заострения клина туконаправителя	20	40
$X_3$	$v$	Скорость движения агрегата, м/с	1,5	2,5
$X_4$	$h$	Расстояние между уровнями семян и удобрений, м	0,025	0,045
$X_5$	$l$	Длина поводка параллелограммного механизма, м	0,270	0,300
$X_6$	$F_n$	Усилие, создаваемое пружиной, Н	200	240

ганизовывать эксперимент с обработкой их при помощи прикладных программ на ПЭВМ для повышения скорости расчетов. «При планировании эксперимента вначале необходимо выбрать критерий оптимизации, который оценивает исследуемый объект и связывает факторы в математическую модель. При этом необходимо учитывать, чтобы критерий оптимизации был один, имел ясный физический смысл и количественную оценку» [7]. Устойчивость хода сошника в вертикальной плоскости является критерием оптимизации, ибо она коррелируется с равномерностью глубины заделки семян. Далее выбирают управляемые факторы, то есть переменные параметры, воздействие которых во время эксперимента можно изменять по усмотрению экспериментатора, и которые способны принимать определенные значения с достаточной точностью.

При этом целевая функция имеет вид:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_k), \tag{1}$$

где  $y$  – параметр (критерий) оптимизации;  
 $x_1, x_2, \dots, x_k$  – независимые переменные (факторы).

После анализа исследований в данной области нами выбрано шесть факторов и уровни их варьирования, влияющие на глубину заделки семян (таблица).

Методика априорного ранжирования и конкретные задачи исследований позволяют выделить наиболее существенные факторы, влияющие на устойчивость хода по глубине сошника: жесткость пружины; угол заострения клина туконаправителя; скорость движения агрегата.

После ранжирования и выбора значимых факторов целевая функция (1) примет вид:

$$y = f(x_1, x_2, x_3) \tag{2}$$

**Основная часть.** В результате получили нелинейное уравнение регрессии, которое описывает рассматриваемый процесс:

$$y = 46,22 - 21,128 \cdot x_1 - 16,247 \cdot x_2 - 11,82 \cdot x_3 + 0,21 \cdot x_1^2 + 0,16 \cdot x_2^2 + 0,12 \cdot x_3^2 + 0,0013 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,0013 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,0015 \cdot x_2 \cdot x_3 \tag{3}$$

Анализ данного уравнения по критерию Фишера показывает, что выбранные факторы можно считать значимыми с 95 % достоверностью.

Далее проводим анализ уравнения регрессии (3) с целью построения картинки в двух- или трехмерном пространстве.

1. Рассмотрим  $X_1$  и  $X_2$  при  $X_3=0$  (нулевой уровень). Тогда получим уравнение:

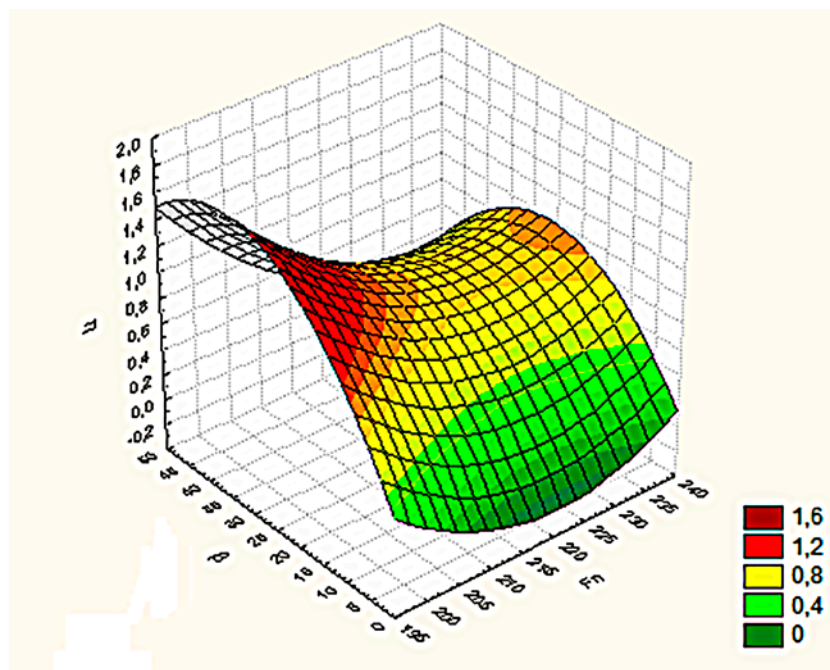


Рисунок 2 – Поверхность отклика, характеризующая корреляционное отношение ( $\eta$ ), учитывающее тесноту связи неравномерности распределения семян по глубине заделки в зависимости от усилия пружины ( $F_n$ ) и угла клина туконаправителя ( $\beta$ )

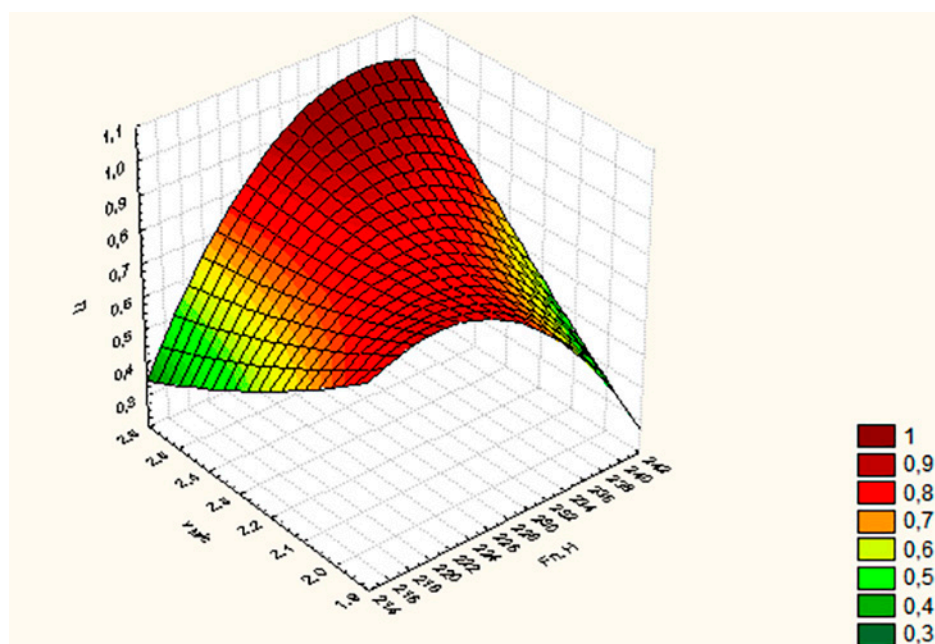


Рисунок 3 – Поверхность отклика, характеризующая корреляционное отношение ( $\eta$ ), учитывающее тесноту связи неравномерности распределения семян по глубине заделки в зависимости от усилия пружины ( $F_n$ ) и скорости передвижения ( $v$ )

$$Y = 950,3465 - 63,3735 \cdot X_1 - 9,1293 \cdot X_2 + 2,9227 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,2644 \cdot X_1^2 + 0,2956 \cdot X_2^2 \quad (4)$$

Имеем геометрическую поверхность отклика (4), характеризующую корреляционное отношение ( $\eta$ ) в зависимости от

усилия, создаваемого пружиной ( $F_n$ ) и угла клина туконаправителя ( $\beta$ ) при скорости передвижения сошника ( $v$ ) на нулевом уровне (рис. 2).

Данное уравнение в геометрическом образе можно представить в виде «седла» – типа минимакса.

2. Рассмотрим влияние факторов  $X_1$  и  $X_3$  на равномерность распределения семян по глубине заделки при стабилизации  $X_2$  на нулевом уровне. Тогда получим уравнение регрессии второго порядка:

$$Y = 101,4577 - 1,6634 \cdot X_1 - 36,2523 \cdot X_3 + 0,0688 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,326 \cdot X_1^2 + 5,84662 \cdot X_3^2 \quad (5)$$

Имеем геометрическую поверхность отклика (5), характеризующую корреляционное отношение ( $\eta$ ) в зависимости от усилия, создаваемого пружиной ( $F_n$ ), скорости передвижения сошника ( $v$ ) и угла клина туконаправителя ( $\beta$ ) на нулевом уровне (рис. 3).

С учетом известной классификации поверхностей второго порядка установили вид гиперболического параболоида, что соответствует поверхности типа минимакса.

3. Рассмотрим влияние факторов  $X_2$  и  $X_3$  на плотность почвы после прохода катка при стабилизации  $X_1$  на нулевом уровне. Тогда получим уравнение регрессии второго порядка:

$$Y = 42,9868 + 3,103 \cdot X_2 - 44,6 \cdot X_3 - 0,040 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,1813 \cdot X_2^2 + 6,3674 \cdot X_3^2 \quad (6)$$

Имеем геометрическую поверхность отклика (6), показывающую корреляционное отношение ( $\eta$ ) в зависимости от угла клина туконаправителя ( $\beta$ ) и скорости передвижения сошника ( $v$ ) при ( $F_n$ ) на нулевом уровне (рис. 4).

Данное уравнение в геометрическом образе выглядит в виде эллипсоида вращения, то есть поверхность отклика имеющий экстремум.

Анализ исследования облегчается приемом из серии двумерных сечений.

Рассмотрим корреляционное отношение, характеризующее глубину заделки семян в зависимости от  $X_1$  и  $X_2$  при стабилизации  $X_3$  на нулевом уровне (рис. 5).

Анализ сечений показывает оптимум корреляционного отношения  $\eta=0,8$  при значениях: усилие, создаваемое пружиной  $F = 227 \text{ Н}$ ; угол клина туконаправителя  $\beta = 28^\circ$ .

Рассмотрим коэффициент корреляции, характеризующей глубину заделки семян в зависимости от  $X_1$  и  $X_3$  при стабилизации  $X_2$  на нулевом уровне (рис. 6).

Анализ сечения поверхности отклика показал, что оптимальное значение корреляционного отношения  $\eta=0,8$  может быть обеспечено при следующих факторов: усилие, создаваемое пружиной

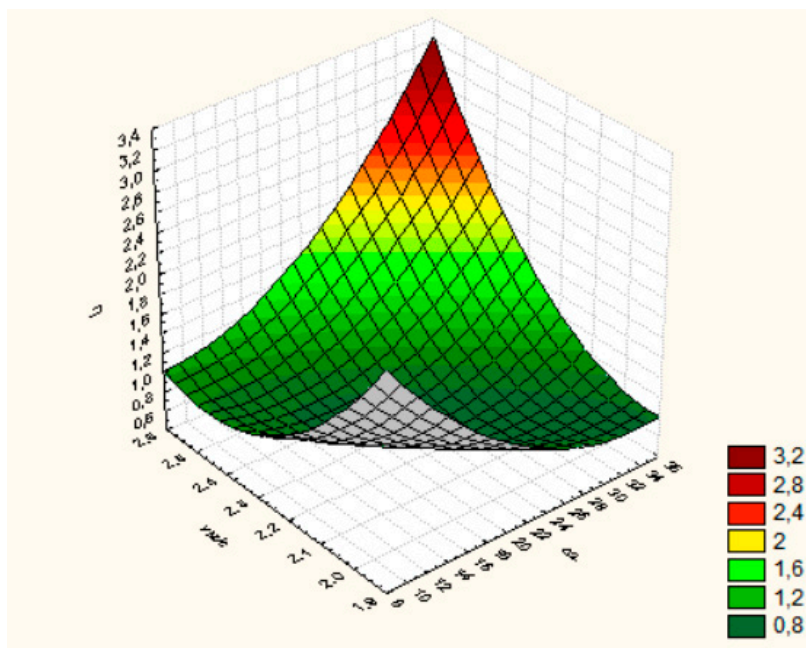


Рисунок 4 – Поверхность отклика, характеризующая корреляционное отношение ( $\eta$ ), учитывающее тесноту связи неравномерности распределения семян по глубине заделки в зависимости от скорости передвижения ( $v$ ) и угла клина туконаправителя ( $\beta$ )

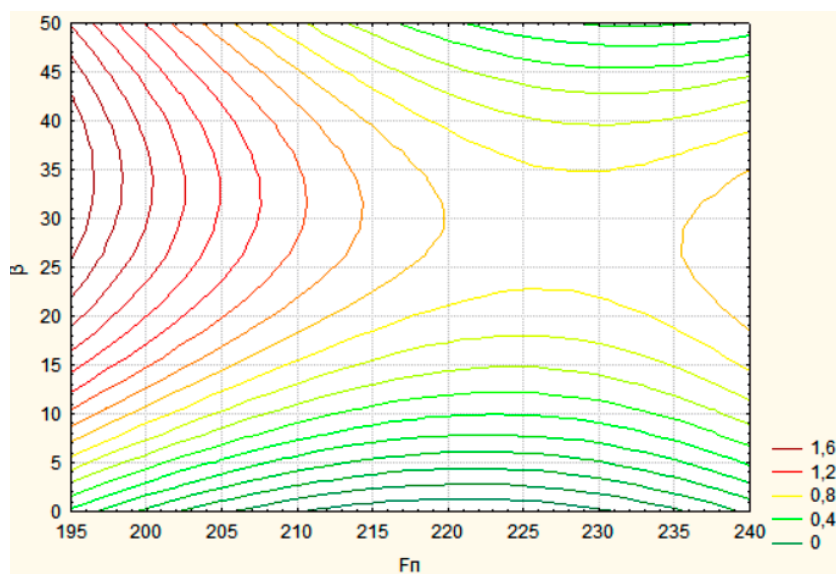


Рисунок 5 – Сечение поверхности отклика, характеризующее корреляционное отношение ( $\eta$ ) учитывающего тесноту связи неравномерности распределения семян по глубине заделки в зависимости от усилия пружины ( $F_n$ ) и угла клина туконаправителя ( $\beta$ )

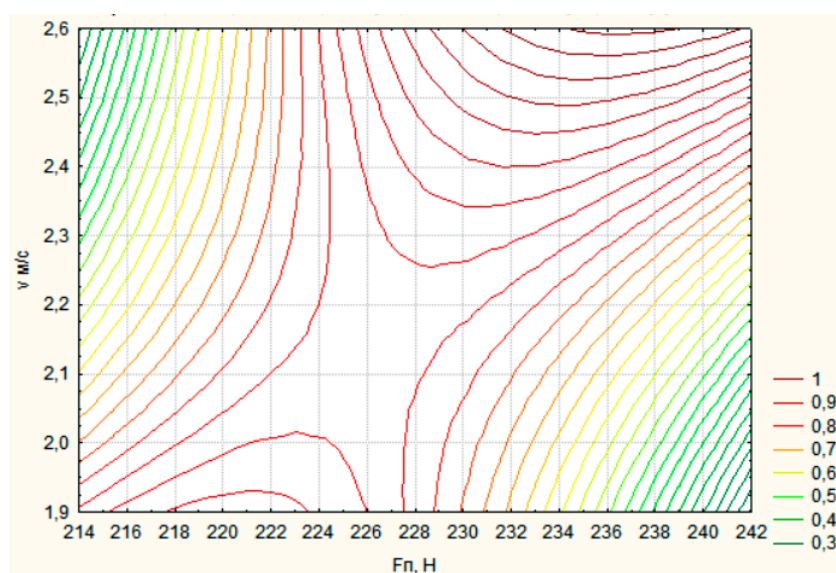


Рисунок 6 – Сечение поверхности отклика, характеризующее корреляционное отношение ( $\eta$ ) учитывающего тесноту связи неравномерности распределения семян по глубине заделки в зависимости от усилия пружины ( $F_n$ ) и скорости передвижения ( $v$ )

$F_n = 228 \text{ Н}$ ; скорость передвижения  $v = 2,15 \text{ м/с}$ .

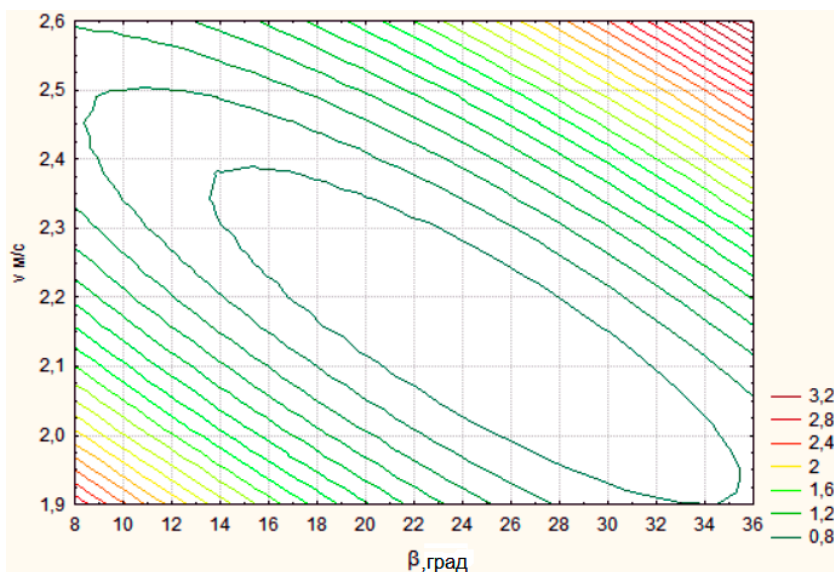
Рассмотрим корреляционное отношение, характеризующее глубину заделки семян в зависимости от  $X_2$  и  $X_3$  при стабилизации  $X_1$  на нулевом уровне (рис. 7).

Анализ сечения показал, что оптимальные значения корреляционного отношения  $\eta = 0,8$ , учитывающего неравномерность глубины заделки семян могут быть обеспечены при следующих факторах:

угол клина туконаправителя  $\beta = 24^\circ$ ; скорость передвижения  $v = 2,16 \text{ м/с}$ .

#### Заключение.

1. Обработка экспериментальных исследований позволила разработать модели оптимальных условий протекания технологического процесса, в частности, устойчивости хода сошника в продольно-вертикальной плоскости, которая тесно коррелируется с неравномерностью глубины заделки семян.



**Рисунок 7 – Сечение поверхности отклика, характеризующее корреляционное отношение ( $\eta$ ) учитывающего тесноту связи неравномерности распределения семян по глубине заделки в зависимости от угла клина туконаправителя ( $\beta$ ) и скорости передвижения ( $v$ )**

2. Лабораторно-полевые исследования позволили выявить, что неравномерность распределения семян при посеве на глубину 7 см находится в достаточно тесной связи с включенными в модель параметрами и допустимое отклонение составляет  $\pm 1$  см, что соответствует агротехническим требованиям.

3. Корреляционное отношение  $\eta=0,8$  соответствует следующим рациональным

параметрам: усилие, создаваемой пружинной  $F = 220-228$  Н, угол клина туконаправителя  $\beta=24-30$  град. и скорость передвижения агрегата  $v=2,0-2,15$  м/с. Взаимная теснота связи всех трех параметров достаточно сильная, отсюда следует вывод о понятной функциональной связи, выражаемой представленными уравнениями.

### Список литературы

1. Демчук, Е. В. Определение качества распределения семян зерновых культур двухленточным сошником / Е. В. Демчук, Ю. В. Демчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2013. – № 5. – С. 41–42.
2. Демчук, Е. В. Исследования равномерности распределения семян зерновых культур комбинированным сошником / Е. В. Демчук, А. С. Союнов, В. В. Мяло, П. В. Чуприн // Омский научный вестник. – 2015. – № 1. – С. 105–110.
3. Зимина, О. Г. Разработка рабочего органа для послойного посева семян зерновых культур и внесения удобрений / О. Г. Зимина, Д. О. Тыскинеев // Технология и технические средства в АПК : сб. науч. тр. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГУТУ, 2013. – С. 53–58.
4. Исенов, К. Г. Обоснование конструктивных и технологических параметров сошника для раздельного внесения минеральных удобрений : дис. на соиск. учён. степ. доктора философии: 6D0806 / Исенов Казбек Галымтаевич ; Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. – Астана, 2017. – 100 с.
5. Кем, А. А. Равномерный высев мелкосеменных культур / А. А. Кем, Д. Н. Алгазин // Сельский механизатор. – 2009. – № 10. – С.12–13.
6. Кобяков, И. Д. Зерновая сеялка для полосного посева / И. Д. Кобяков, А. П. Шевченко, А. В. Евченко // Сельский механизатор. – 2019. – № 12. – С. 12.

7. Колинько, А. А. Параметры и режимы процесса посева зерновых культур с одновременным внесением минеральных удобрений : автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 / Колинько Алексей Александрович ; Донской государственный технический университет. – Ростов-на-Дону, 2020. – 19 с.
8. Курдюмов, В. И. Оптимизация параметров и режимов работы сошника для разнорядного высева семян и удобрений / В. И. Курдюмов, Е. С. Зыкин, Г. Л. Татаров // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2015. – №4 (32). – С. 195–200.
9. Мударисов, С. Г. Рабочий орган для разнорядного внесения удобрений и посева семян / С. Г. Мударисов, Р. И. Аминов, И. М. Фархутдинов, А. М. Мухаметдинов // Сельский механизатор. – 2019. – № 5. – С. 8–9.
10. Мухаметдинов, А. М. Разработка комбинированного сошника для разноглубинного внесения удобрений и посева семян : автореф. дис. на соиск. учён. степ. канд. техн. наук : 05.20.01 / Мухаметдинов Айрат Мидхатович ; Башкир. гос. аграр. ун-т. – Уфа, 2012. – 20 с.
11. Патент на полезную модель РФ №155428. АО/С 7/02. Сошник комбинированный. Сергеев Ю. А., Зимина О. Г., Тыскенеев Д. О., Галсанов Б. К., № 2014142613 ; заявл. 16.10.2014 ; опублик. 10.10. 2015 ; Бюл. №28.
12. Раднаев, Д. Н. Теоретические предпосылки к обоснованию устойчивости хода комбинированного сошника / Д. Н. Раднаев, О. Г. Зимина : / Актуальные вопросы развития аграрного сектора экономики Байкальского региона : сб. матер. всероссийской науч.-практ. конф. – Улан-Удэ : Изд-во БГСХА, 2020. – С. 111–115.
13. Способы посева. – URL:<http://mse-online.ru/zemledelie/sposoby-poseva.html> (дата обращения: 06.05.2015).

## References

1. Demchuk, E. V., Demchuk, Yu. V. Opredeleniye kachestva raspredeleniya semyan zernovykh kul'tur dvukhlentochnym soshnikom (Determination of the distribution quality of seeds of grain crops by a double-tape coultter), Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny, 2013, No.5, PP. 41–42.
2. Demchuk, E. V., Soyunov, A.S., Myalo, V.V., Chuprin, P.V. Issledovaniya ravnomernosti raspredeleniya semyan zernovykh kul'tur kombinirovannym soshnikom [Tekst] (Studies of the uniformity of distribution of seeds of grain crops with a combined coultter [Text]), Omsk Scientific Bulletin, No. 1, 2015, PP. 105–110.
3. Zimina, O. G., Tyskineev, D. O. Razrabotka rabochego organa dlya posloynogo poseva semyan zernovykh kul'tur i vneseniya udobreniy (Development of a working body for layer-by-layer sowing of grain seeds and fertilization). Technology and technical means in the agro-industrial complex, iss. 10, Ulan-Ude: ESSUTM Publishing House, 2013, PP. 53–58.
4. Isenov, K. G. Obosnovanie konstruktivnykh i tekhnologicheskikh parametrov soshnika dlia razdel'nogo vneseniia mineral'nykh udobrenii (Substantiation of the design and technological parameters of the coultter for separate application of mineral fertilizers), dis. na soisk. uchen. step. doktora filosofii: 6D0806 / Isenov Kazbek Galymtaevich ; Kazakhskii agrotekhnicheskii universitet im. S. Seifullina. Astana, 2017. 100 p.
5. Kem, A. A., Algazin, D. N. Ravnomernyy vysev melkosemennykh kul'tur (Uniform seeding of small-seed crops), Selskiy mekhanizator, 2009, No. 10, PP. 12–13.
6. Kobayakov, I. D., Shevchenko, A. P., Evchenko, A. V. Zernovaya seyalka dlya polosnogo poseva (Grain seeder for strip sowing), Selskiy mekhanizator, 2019, No. 12, P. 12.
7. Kolinko, A. A. Parametry i rezhimy protsessa poseva zernovykh kul'tur s odnovremennym vneseniyem mineral'nykh udobreniy (Parameters and modes of the process of grain crops sowing with simultaneous application of mineral fertilizers: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk (Abstract of PhD thesis) : 05.20.01, Kolin'ko Aleksei Aleksandrovich, Donskoi gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, Rostov-na-Donu, 2020, 19 p.

8. Kurdyumov V. I., Zykin E. S., Tatarov G. L. Optimizatsiya parametrov i rezhimov raboty soshnika dlya raznourovnevo vyseva semyan i udobreniy (Optimization of parameters and modes of operation of a coultter for multi-level seeding of seeds and fertilizers), Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy, 2015, No. 4 (32), PP. 195–200.

9. Mudarisov, S. G., Aminov, R. I., Farkhutdinov, I. M., Mukhametdinov, A. M. Rabochiy organ dlya raznourovnevo vneseeniya udobreniy i poseva semyan (Working body for multi-level fertilization and seed sowing), Selskiy mekhanizator, 2019, No. 5, PP. 8–9.

10. Mukhametdinov, A. M. Razrabotka kombinirovannogo soshnika dlya raznoglobinnogo vneseeniya udobreniy i poseva semyan (Development of a combined coultter for multi-depth fertilization and seed sowing: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. tekhn. nauk (Abstract of PhD thesis 05.20.01 / Mukhametdinov Airat Midkhatovich, Bashkirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, Ufa, 2012, 20 p.

11. Patent na poleznuyu model' RF №155428. AO/S 7/02. Soshnik kombinirovanny (Patent for a utility model of the Russian Federation No. 155428. AO/S 7/02. Combined coultter) Sergeev Iu. A., Zimina O. G., Tyskeneev D. O., Galsanov B. K., № 2014142613 Appl. 16.10.2014 Publ. 10.10. 2015. Bull. No. 28.

12. Radnaev, D. N., Zimina, O. G. Teoreticheskiye predposylki k obosnovaniyu ustoychivosti khoda kombinirovannogo soshnika (Theoretical background to study the stability of the combined coultter stroke), Aktual'nye voprosy razvitiia agrarnogo sektora ekonomiki Baikalskogo regiona : sb. mater. vseros. nauch.-prakt. konf., Ulan-Ude, Izd-vo BGSKhA, 2020, PP. 111–115.

13. Sposoby poseva (Seeding methods), URL:<http://mse-online.ru/zemledelie/sposoby-poseva.html> (accessed: 06.05.2015).

© Раднаев Д. Н., Зими́на О. Г., 2021

Статья поступила в редакцию 16.06.2021; одобрена после рецензирования 05.07.2021; принята к публикации 27.08.2021.

The article was submitted 16.06.2021; approved after reviewing 05.07.2021; accepted for publication 27.08.2021.

### **Информация об авторах**

**Раднаев Даба Нимаевич**, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, e-mail: [daba01@mail.ru](mailto:daba01@mail.ru);

**Зими́на Ольга Генуановна**, старший преподаватель, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, e-mail: [oid67@mail.ru](mailto:oid67@mail.ru).

### **Information about authors**

**Daba N. Radnaev**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, The Buryat State Academy of Agriculture, e-mail: [daba01@mail.ru](mailto:daba01@mail.ru);

**Olga G. Zimina**, Senior Lecturer, The Buryat State Academy of Agriculture, e-mail: [oid67@mail.ru](mailto:oid67@mail.ru).

УДК 637.133.1

DOI: 10.24412/1999-6837-2021-3-116-120

### Температурный режим генератора ледяной воды при получении пластинчатого льда

Сергей Александрович Шишлов<sup>1</sup>, Андрей Александрович Демешко<sup>2</sup>,  
Александр Николаевич Шишлов<sup>3</sup>, Наталья Александровна Чугаева<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Приморская государственная сельскохозяйственная академия, Приморский край,  
Уссурийск, Россия

<sup>1, 2, 3, 4</sup> sergey\_a\_shishlov@mail.ru

**Аннотация.** Важной операцией в технологии первичной обработки молока является его охлаждение, которое производится различными техническими средствами. При охлаждении молока широкое распространение получили генераторы ледяной воды, стандартная конструкция которых содержит испаритель трубчатого типа. Основными недостатками такой конструкции считаются высокое потребление электрической энергии и значительное время, необходимое для образования льда. Для устранения недостатков, присущих существующим конструкциям генераторов ледяной воды, разработано техническое решение, новизна которого подтверждается патентом РФ на полезную модель. Предлагаемая конструкция генератора ледяной воды отличается наличием испарителей панельного типа, импульсным режимом работы, пластинчатой конфигурацией получаемого льда и может быть применена в технологии первичной обработки молока при его охлаждении. В статье представлены некоторые результаты исследований эффективности функционирования генератора ледяной воды предлагаемой конструкции с испарителями панельного типа и генератора ледяной воды стандартной конструкции с испарителями трубчатого типа в зависимости от температурного режима работы.

**Ключевые слова:** генератор ледяной воды, молоко, испаритель, компрессорно-конденсаторный агрегат, хладагент

**Для цитирования:** Шишлов С. А., Демешко А. А., Шишлов А. Н., Чугаева Н. А. Температурный режим генератора ледяной воды при получении пластинчатого льда // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 3 (59). С. 116–120.

### Temperature mode of the ice water generator during the production of platelike ice

Sergey A. Shishlov<sup>1</sup>, Andrey A. Demeshko<sup>2</sup>, Aleksandr N. Shishlov<sup>3</sup>, Natalia A. Chugaeva<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Primorskaya State Academy of Agriculture, Primorsky Krai, Ussuriisk, Russia

<sup>1, 2, 3, 4</sup> sergey\_a\_shishlov@mail.ru

**Abstract.** An important operation in the technology of primary processing of milk is its cooling, which is produced by various technical means. When cooling milk, ice water generators are widely used, the standard design of which contains a tubular type evaporator. The main disadvantages of this design are considered to be the high consumption of electrical energy and the considerable time required for the formation of ice. To eliminate the shortcomings inherent in the existing designs of ice water generators, a technical solution has been developed, the novelty of which is confirmed by the patent of the Russian Federation for a utility model. The proposed design of the ice water generator is distinguished by the presence of panel-type evaporators, pulse mode of operation, plate configuration of the resulting ice and can be used in the technology of primary processing of milk when it is cooled. The article presents some results of studies of the efficiency of the ice water generator of the proposed design with panel-type evaporators and the ice water generator of the standard design with tube-type evaporators, depending on the temperature mode of operation.

**Keywords:** ice water generator, milk, evaporator, compressor-condensing unit, refrigerant

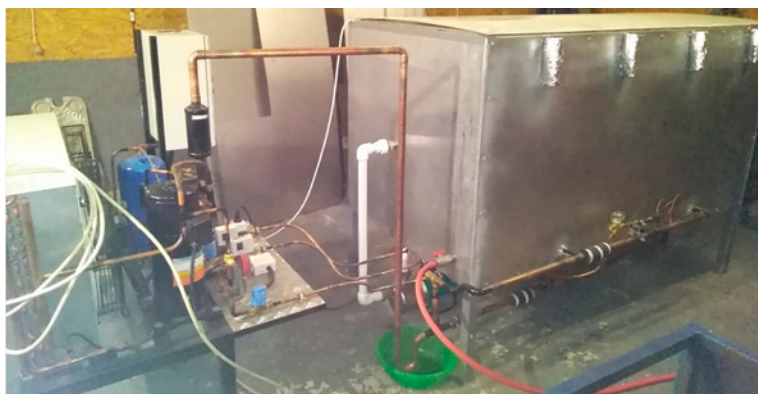
**For citation:** Shishlov S. A., Demeshko A. A., Shishlov A. N., Chugaeva N. A. Temperature mode of the ice water generator during the production of platelike ice. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 3 (59); 116–120.

**Введение.** В технологическом процессе производства молока важная роль принадлежит обеспечению его сохранности, связанному с охлаждением продукции [5, 1]. Для охлаждения молока находят применение ряд конструкций, таких как танки-охладители, проточные теплообменники, чиллеры, генераторы ледяной воды [3]. Процесс охлаждения молока – энергозатратная операция, занимающая определенное время. Поэтому одними из основных задач, которые необходимо решить при совершенствовании процесса охлаждения молока, являются снижение затрат энергии и сокращение времени охлаждения. Для решения поставленных задач нами разработана конструкция генератора ледяной воды с импульсным режимом работы, техническая новизна которой подтверждена патентом № 197873 [6, 4].

**Цель работы** – определение эффективных режимов работы генератора ледяной воды при получении пластинчатого льда для охлаждения молока.

**Условия и методы исследования.** Методика исследований базировалась на требованиях к испытаниям холодильных установок, регламентируемых ГОСТ 25005-94 «Оборудование холодильное. Общие требования к назначению давления», ГОСТ 12.2.233-2012 «Системы холодильные холодопроизводительностью свыше 3,0 кВт» и ГОСТ Р 50803-95 «Резервуары-охладители молока. Общие технические требования».

Основными узлами генератора ледяной воды панельного типа с импульсным режимом работы [6], общий вид которого представлен на рисунке 1 а, являются компрессорно-конденсаторный агрегат (рисунок 1 б) и емкость с двумя панельными испарителями (каждый площадью 2 м<sup>2</sup>), в которой происходит охлаждение воды и последующая наморозка льда. В компрессорно-конденсаторном агрегате использован компрессор спиральный Invotech YM102E1S-100 с холодильным коэффициентом 2,04.



а)



б)

а) общий вид; б) компрессорно-конденсаторный агрегат  
**Рисунок 1 – Генератор ледяной воды**

**Результаты исследований.** Опытным путем установлено, что в случае получения сплошного ледяного пласта его сложно отделить от поверхности испарителя. Это объясняется тем, что, чем больше площадь ледяного пласта, тем больше падение давления жидкости под ним в момент всплытия, при этом пласт находится в равновесном состоянии, не всплывая, что приводит к увеличению времени на его отделение от испарителя, и, в результате, снижается эффективность работы генератора. Для полного отделения ледяного пласта нижний испаритель намораживает лед в четырех равных зонах [4], не образуя сплошного ледяного пласта, при этом хладагент поступает в четыре равноудаленные друг от друга точки.

Для определения режимов, при которых производство пластинчатого льда в генераторе ледяной воды будет происходить с максимальной производительностью, необходимо учитывать такие факторы, как температура воды в емкости генератора, температура кипения хладагента, время цикла наморозки. Время цикла наморозки принято равным 360 с, поскольку экспериментально установлено, что за этот период не происходит замерзания толстого слоя льда и обеспечивается стабильная температура кипения хладагента в панельном испарителе.

В результате экспериментальных исследований получена зависимость массы льда, произведенного за один цикл наморозки, от температуры воды в емкости генератора (рис. 2).

Результаты исследований позволяют сделать вывод о практически линейной зависимости увеличения количества льда за один цикл наморозки при снижении температуры воды.

Повышение температуры воды способствует ускорению процесса отделения льда от поверхности испарителя, однако более высокая температура воды в верхних слоях, после отделения ледяного пласта, снижает количество полученного льда.

При понижении температуры воды полученный пласт льда не уменьшается в ее верхних слоях, но затрачивается больше времени для отделения льда от испарителя ввиду более низкой температуры кипения хладагента.

Графически результаты сравнительных исследований температуры воды в ем-

кости генератора в зависимости от температуры кипения хладагента для стандартного генератора ледяной воды с трубчатым испарителем [3] и для генератора ледяной воды предлагаемой конструкции с панельным испарителем [4] представлены на рисунке 3.

Анализ полученных данных показывает, что генератор ледяной воды предлагаемой конструкции позволяет поддерживать низкую температуру воды в емкости при более высоких температурах кипения хладагента по сравнению со стандартным генератором ледяной воды с трубчатым испарителем. Так, при температуре воды в емкости генератора 0,5 °С, температура кипения хладагента в генераторе с панельным испарителем составляет минус 19 °С, соответственно в стандартном генераторе ледяной воды с трубчатым испарителем температура кипения хладагента составляет минус 24 °С.

В интервале температуры воды в емкости генератора от 0,5 °С до 3,5 °С диапазон температуры кипения хладагента составляет в генераторе ледяной воды предлагаемой конструкции от – 19 °С до – 16 °С, в генераторе ледяной воды стандартной конструкции – от – 24 °С до – 18 °С, т. е. охлаждение воды в генераторе предлагаемой конструкции происходит в два раза меньшем диапазоне изменения температуры кипения хладагента, чем обеспечивается ее стабильность и, в результате, более высокая, по сравнению со стандартной конструкцией, производительность и эффективность работы компрессора.

**Вывод.** Результаты проведенных исследований показывают, что разработанная конструкция генератора ледяной воды с испарителем панельного типа позволяет более эффективно, в сравнении со стандартным генератором ледяной воды с трубчатым испарителем, производить охлаждение воды с последующей наморозкой пластинчатого льда за счет обеспечения стабильности температуры кипения хладагента при понижении температуры воды и возможности поддержания низкой температуры воды при более высокой температуре кипения хладагента.

Полученные экспериментальные данные позволяют задавать различную производительность генератора ледяной воды под разные производственные задачи, обеспечивая максимальную эффективность его работы.

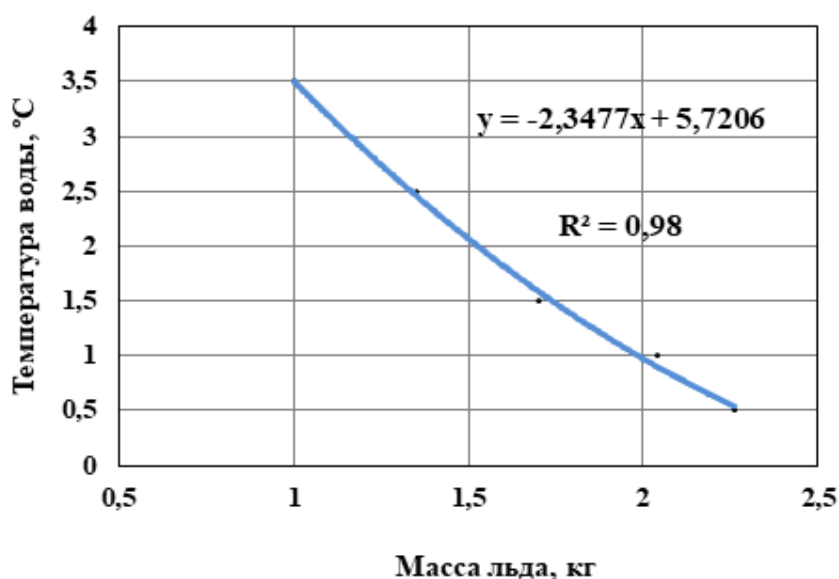


Рисунок 2 – Зависимость массы льда, полученного за один цикл наморозки, от температуры воды в емкости генератора

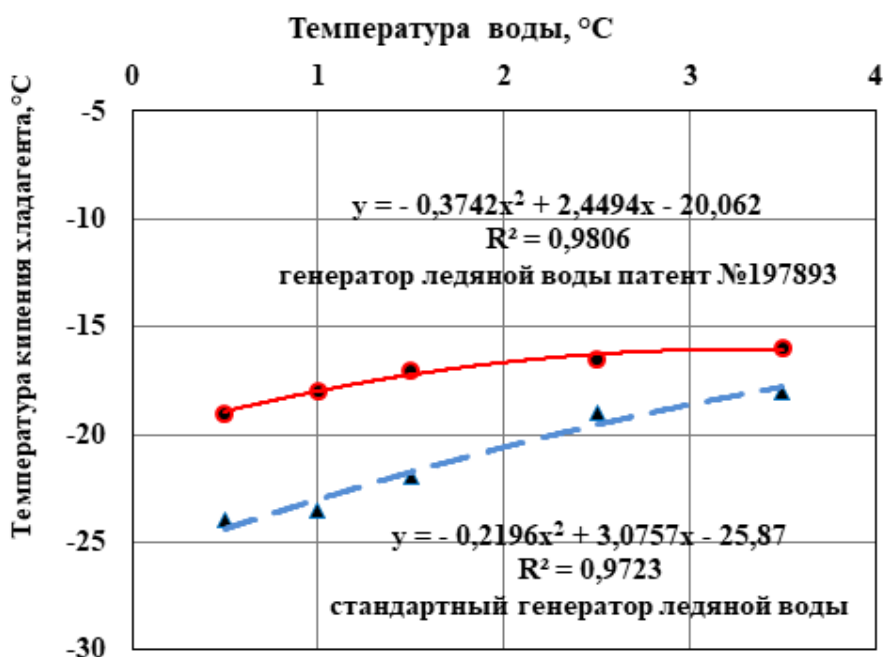


Рисунок 3 – Зависимость температуры воды в емкости генератора от температуры кипения хладагента в испарителях стандартного генератора ледяной воды и генератора ледяной воды предлагаемой конструкции

Список литературы

1. Демешко, А. А. Молоко: факторы, влияющие на его сохранность / А. А. Демешко, С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов // Материалы XX межвузовской научн.-практ. конф. – Уссурийск, 2020. – С.14–21.
2. Демешко, А. А. Обзор конструкций испарителей в системах охлаждения жидкостей / А. А. Демешко, С. А. Шишлов, А. Н. Шишлов // Материалы XIX межвузовской научн.-практ. конф. – Уссурийск, 2019. – С. 12–18.
3. Степанова, Л. И. Справочник технолога молочного производства / Л. И. Степанова. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 1999. – Т. 1. – 384 с.

4. Шишлов, С. А. Использование генератора ледяной воды для мгновенного охлаждения молока / С. А. Шишлов, А. А. Демешко, А. Н. Шишлов, Н. А. Чугаева // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – №4 (56). – С. 146–149.
5. ГОСТ 31449-2013. Молоко коровье сырое. Технические условия. – Москва : Стандартинформ, 2018. – 6 с.
6. Пат. 197873. Российская Федерация, МПК В67D 7/80, F25C 1/12. Устройство для получения ледяной воды / А. А. Демешко. – № 2020100747 ; заявл. 09.01.2020 ; опубл. 03.06.2020. Бюл. №16. – 7 с.

### References

1. Demeshko, A. A., Shishlov, S. A., Shishlov, A. N. Moloko: faktory, vliyayushchie na ego sokhrannost' (Milk: factors affecting its safety), Materialy XX mezhvuzovskoy nauch.-prakt. konf., Ussuriysk, 2020, PP.14–21.
2. Demeshko, A. A., Shishlov, S. A., Shishlov, A. N. Obzor konstruksiy ispariteley v sistemakh okhlazhdeniya zhidkostey (Overview of Evaporator Design in Liquid Cooling Systems), Materialy XIX mezhvuzovskoy nauch.-prakt. konf., Ussuriysk, 2019, PP. 12–18.
3. Stepanova, L. I. Spravochnik tekhnologa molochnogo proizvodstva (Dairy Technologist's Handbook), Sankt-Peterburg, GIORД, 1999, T. 1, 384 p.
4. Shishlov, S. A., Demeshko, A. A., Shishlov, A. N., Chugaeva, N. A. Ispol'zovanie generatora ledyanoy vody dlya mgnovennogo okhlazhdeniya moloka (Using an ice water generator for instant milk cooling), Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik, 2020, No 4 (56), PP. 146–149.
5. GOST 31449-2013. Moloko korov'e syroe. Tekhnicheskie usloviya. (State standard 31449-2013. Raw cow's milk. Technical conditions), Moskva, Standartinform, 2018, 6 p.
6. Pat. 197873. Rossiyskaya Federatsiya (Russian Federation), MPK B67D 7/80, F25C 1/12. Ustroystvo dlya polucheniya ledyanoy vody (Device for producing ice water), A.A. Demeshko, No 2020100747, zayavl. 09.01.2020, opubl. 03.06.2020. Byul. No 16, 7 p.

© Шишлов С. А., Демешко А. А., Шишлов А. Н., Чугаева Н. А., 2021

Статья поступила в редакцию 16.03.2021; одобрена после рецензирования 20.04.2021; принята к публикации 04.08.2021.

The article was submitted 16.03.2021; approved after reviewing 20.04.2021; accepted for publication 04.08.2021.

### *Информация об авторах*

**Шишлов Сергей Александрович**, доктор технических наук, профессор, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Демешко Андрей Александрович**, аспирант, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Шишлов Александр Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Чугаева Наталья Александровна**, кандидат биологических наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru.

### *Information about authors*

**Sergey A. Shishlov**, Doctor of Technical Sciences, Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Andrey A. Demeshko**, Postgraduate Student; Primorskaya State Academy of Agriculture; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Aleksandr N. Shishlov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru;

**Natalia A. Chugaeva**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; Primorskaya State Academy of Agriculture; e-mail: sergey\_a\_shishlov@mail.ru.



## **УЧЕНЫЙ, ОПЕРЕДИВШИЙ ЭПОХУ**

### **130 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ВСЕВОЛОДА АЛЕКСАНДРОВИЧА ЗОЛОТНИЦКОГО – ОСНОВОПОЛОЖНИКА СОЕВОДСТВА В РОССИИ**

**Щегорец Ольга Викторовна, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор,  
Дальневосточный государственный  
аграрный университет,  
г. Благовещенск**

Настоящий ученый живет и работает на опережение времени, тем самым определяя прогресс общества. «...Время – лучший ценитель научных работ», – сказал великий исследователь Луи Пастер. Научные достижения столетней давности становятся привычными и обыденными для нас, подчас не задумывающихся над тем, кем и каким трудом достигнут научно-производственный прорыв в новую эпоху.

Заслуга Всеволода Александровича Золотницкого в истории отечественной науки определяется глобальным вкладом ученого в становление и развитие соеводства России. Он раньше и полнее других осознал новые потребности развития общества, решительнее других взялся за дело, сумел найти силы, пройдя трудный, но созидательный путь в осуществлении научных замыслов для решения практически важной задачи. Созданные селекционером сорта, технология изменили ареал распространения сои – из тропического очага она достигла зоны вечной мерзлоты российского земледелия. Это случилось в начале XX века, в далеком от научных центров Приамурье, ставшем родиной отечественного соеводства.

В. А. Золотницкий родился 31 января 1891 года. Окончив гимназию, в 1909 году поступает в Императорский университет г. Казани на естественный факультет по специальности ботаника и агрохимия. После окончания университета оказывается в эпицентре политических и военных событий Первой мировой войны. За заслуги в боевых действиях был награжден орденом Святого Станислава третьей степени в звании прапорщика. В 1915 году дважды ранен, попав в окружение, был отправлен в лагерь для военнопленных Бург, расположенный под Магдебургом в Германии. После освобождения из плена возвращается на родину в 1919 году, но это было уже другое – первое в мире социалистическое государство РСФСР.

Шла гражданская война, классовое противостояние в обществе коснулось молодого специалиста дворянского происхождения, бывшего военнопленного. С трудом он устраивается преподавателем в политехнический институт, затем работает в институте образования, а с 1921 г. в агротехнической лаборатории на Казанской сельскохозяйственной опытной станции. В январе 1926 года был направлен на Дальний Восток. В этот период Академия

наук СССР проводила сеть географических опытов с соей для выявления регионов, пригодных для районирования и возделывания.

В тридцатые годы президентом АН СССР Н. И. Вавиловым для ликвидации белкового голода, болезней и высокой смертности, что явилось результатом двух войн, революции, раскулачивания крестьянства и, как следствие, сокращения производства продовольствия, была предложена «Соевая программа». Для её реализации создана научно-производственная организация «Союзпромсоя», где разрабатывались уникальные технологии производства соевых продуктов. Это направление активно развивалось и в США, причем в конкурирующем соперничестве советские разработки опережали американские. При этом в СССР и США использовались интродуцированные сорта сои из Китая, Японии. Природно-климатические условия южной страны США удачно подходили для сои, в северной же России короткий период вегетации не соответствовал вегетационному периоду роста и развития сортов, которые не успевали вызреть.

Перед селекционерами была поставлена задача: вывести сорта для промышленного возделывания. Над этим работали и приглашенные в СССР иностранные специалисты, но задача оказалась им не под силу. Ведущий французский селекционер по сое, профессор Руэст, безрезультатно проработавший в СССР, категорически отказался выводить колхозные сорта, мотивируя тем, что это «физиологически невозможно».

В. А. Золотницкий, прибыв на Амурскую областную сельскохозяйственную опытную станцию, активно включается в работу. Отдел селекции состоял из трёх сотрудников: Всеволод Александрович – старший ассистент, его супруга Мария Иосифовна – техник (на момент переезда закончила три курса университета), К. Я. Зимина – лаборант.



Рисунок 1 – Золотницкий В. А., Золотницкая М. И. (1926 г.)

Было известно, что проведенные в 1915 году географические посевы сои дали отрицательный результат. Хотя соя и возделывалась аборигенным населением, но это была огородная, трудоёмкая культура. Маньчжурские сорта не удалось приспособить для производственного возделывания на полях Приамурья. «Нужна была своя – амурская соя!», – в этом направлении работали мысли Золотницкого. В поисках исходных форм сои селекционер немало походил по амурской земле. Из «амурской популяции» он выделил одиннадцать новых разновидностей крупносеменных форм, скрещивал их с культурными сортами, создавая селекционный материал.

Работая на Амуре, В. А. Золотницкий знакомится с Н. И. Вавиловым. Николай Иванович обратил внимание на интересную публикацию селекционера с Дальнего Востока, написал письмо. Их встреча произошла в августе 1927 года, когда знаменитый профессор прибыл в Благовещенск, возвращаясь из международной экспедиции. Н. И. Вавилов предвидел возможности получения сортов сои в очаге естественного происхождения. В 1929 году посетил АОС в составе комиссии Наркомзема. У ученых завязалось творческое сотрудничество, которое переросло в большую человеческую дружбу. В 1930 г. по приглашению во ВНИИ растениеводства Всеволод Александрович окончил курсы по генетике, селекции и семеноводству. «Мои дальневосточники», – так с теплотой называл Николай Иванович Золотницких. «...они подолгу беседовали, много времени посвящали мировой коллекции растений, подбирали селекционные образцы для условий амурской поймы. Всеволод Александрович постоянно ощущал внимание к себе великого ученого, и это помогало ему в работе. Он дал много ценных советов», – так Мария Иосифовна описывала дружбу ученых.

Создание сорта требует многолетней работы. Форсированная кампания по расширению посевов сои до 461 тыс. га в европейской части страны, при отсутствии отечественных скороспелых сортов, привела к большим неудачам – инорайонная соя не вызревала. В 1931 г. решением Всесоюзного совещания стало: «признать неперспективным возделывание сои в стране». Научные исследования требовалось прекратить. Удачно начатое развитие пищевой индустрии при отсутствии сырья было остановлено. Сою называли «американской культурой», с вытекающими для того времени репрессивными мерами по отношению к людям, занятым «идеологически опасной культурой». Вопреки этому В. А. Золотницкий получает первый сорт сои – «Амурскую-41» (1930), который в 1933 году был районирован. Площади под соей в Амурской области начинают расти, с двух тысяч гектаров в 1932 году до 66 тысяч в 1940-м, за семь лет – в 33 раза [1].

Природно-климатические условия дальневосточного региона диктовали русским переселенцам необходимость освоения азиатского опыта земледелия. Некоторые крестьяне-старожилы начали внедрять в своих хозяйствах соевые бобы еще в конце XIX в. Первые научные шаги в этом направлении были сделаны в 1910-х гг., когда на средства и по заказу амурских купцов-хлеботорговцев стали проводиться работы по районированию китайских сортов и полевые испытания. В условиях советской власти увеличение производства рентабельных азиатских культур становится важной составляющей аграрной политики на Дальнем Востоке [3].



Рисунок 2 – Оытное поле: разработка пропашной технологии возделывания сои



Рисунок 3 – В. А. Золотницкий на соевых полях, сорт Амурская 41

На основе маньчжурского и китайского опыта была разработана промышленная, широкорядная технология возделывания сои как пропашной культуры. Внедрен севооборот. Средняя урожайность сои в области составляла 23 ц/га, на ГСУ – 34 ц/га. Это был и остается самый высокий урожай сои за всю историю амурского соеводства.

К 1938 г. было создано 14 сортов, 10 из которых Наркомземом были признаны лучшими, они вызревали даже на 54 градусе северной широты, в зоне вечной мерзлоты Амурской области. Сорта стали распространяться на запад страны. Хорошие урожаи были получены в Омской, Курганской, Смоленской областях. В этот период В. А. Золотницкий работает заместителем директора АОСС по научной работе.

Несмотря на большой успех становления соеводства в стране непросто складываются отношения на станции. Это был период активно проводимой репрессивной политики. Всеволод Александрович, высокообразованный интеллигент дворянского происхождения, свободно владеющий пятью языками, выписывал из Европы зарубежную литературу по биологии и селекции, четыре года находился в Германии, пусть и в плену, но как офицер царской армии. Это стало мотивацией для недоброжелателей, как пишет сам Золотницкий, объектом «... трехлетней травли и клеветы...». В результате многочисленных доносов в АОУ НКВД ученого обвинили в том, что он с 1931 по 1937 годы находился в тесных связях с германскими шпионами, а также французом Руэстом, тем самым селекционером-профессором, работавшим в России, но не смогшим вывести сорта сои.

16 марта 1938 года Всеволода Александровича арестовали. В приказе по АОСС № 45 от 14.03.1938 написано: «Заместителя директора по научной работе В. А. Золотницкого за необеспеченность научного руководства и дезорганизацию, действия во взаимоотношениях, направленные к срыву работы на станции, уволить 15 марта 1938 года». 19 августа

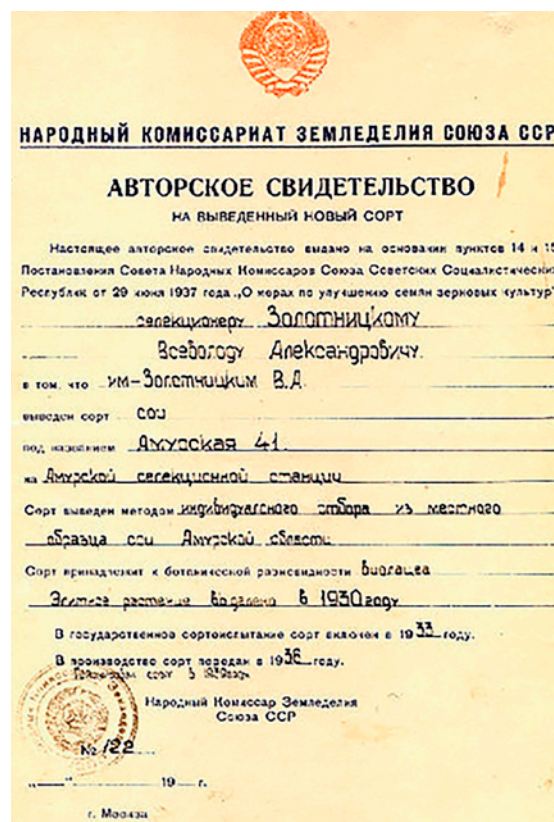


Рисунок 4 – Авторское свидетельство на новый сорт сои



Рисунок 5 – Коллектив работников Амурской опытной станции (1930-е гг.)



Рисунок 6 – Амурская ОСХОС, полевая бригада маньчжуров

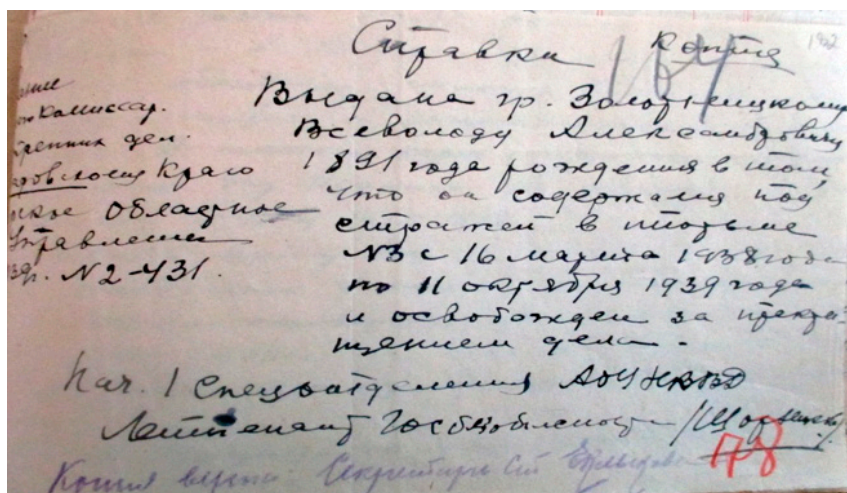


Рисунок 7 – Справка об освобождении В. А. Золотницкого

вье учёного, которое в результате боевых ранений и длительного плена было и без того слабым. После снятия обвинения ему предоставили возможность восстановления здоровья на курорте в Крыму.

Во время его отсутствия, наработанный за 14 лет селекционером материал, полевые журналы исчезли, но остались сорта, которые с каждым годом расширяли площади на приамурских полях. Учёному было трудно смириться с предательством. И в июне 1941 года семья Золотницких переезжает в Хабаровск на работу в Дальневосточный научно-исследовательский институт земледелия и животноводства (ныне – ДальНИИСХ). Всеволод Александрович работает старшим научным сотрудником, с 1943 г. – заведующим отделом полеводства. Выводит новые сорта Хабаровская 5, Хабаровская 23 и другие скороспелые сорта полевых культур. Он был научным руководителем селекционеров Дальневосточного региона. При его непосредственном участии выведено более сотни сортов полевых культур, которые занимают поля не только Дальнего Востока.

Труды В. А. Золотницкого «Сорта соевых бобов в Амурском округе» (1930), «Возделывание и сорта сои на Дальнем Востоке» (1945), «Соя в Хабаровском крае» (1951), «Соя на Дальнем Востоке» (1962) не утратили своей актуальности и сегодня. Последняя монография посвящена Марии Иосифовне – супруге и соратнице, разделившей все тяготы жизни учёного.

За выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы Всеволод Александрович Золотницкий был удостоен Сталинской премии III степени (1943–1944), награжден орденами «Трудового Красного Знамени», двумя «Знак Почёта», медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «Всесоюзной сельскохозяйственной выставки». Его имя занесено в справочники Академии наук СССР «Научные работники СССР», «Указатель ботаников», изданный Датским биологическим институтом на трёх языках. По совокупности научной работы, её практической значимости ему была присвоена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук. Основоположнику отечественного соеводства Всеволоду Александровичу Золотницкому установлен памятник в селе Садовое, Тамбовского района, Амурской области. Одна из улиц носит его имя.

Главным смыслом жизни Всеволода Александровича Золотницкого было изучение биологических особенностей сои, выведение сортов, технологии для получения высокой ресурсной урожайности в Дальневосточном регионе – «зоне рискованного земледелия». Сорта Золотницкого актуальны в настоящее время, используются в селекционном процессе, являясь носителем признаков скороспелости, высокой продуктивности, устойчивости к неблагоприятным экологическим условиям. Глубокие научные познания, преданность культуре, оценка её значимости для человека позволили ученому сделать вывод: «Ни одно растение в мире не может произвести в сто дней столько жира и белка, сколько даёт она,

была арестована его супруга Мария Иосифовна. Обвинялись по ст. 58 за контрреволюционную деятельность. Почти два года провели в застенках тюрьмы. Н. И. Вавилов приложил немало усилий по восстановлению честного имени В. А. Золотницкого. В октябре 1939 года дело было прекращено за недоказанностью вины [2]. Золотницкие возвращаются на Амурскую ОСС. Арест, пребывание в тюрьме сильно подорвали здоро-

ни одно растение не может соперничать с соей по количеству вырабатываемых из неё продуктов».

В настоящее время соя признана ведущей сельскохозяйственной культурой, стоящей в основе агропродовольственных преобразований современного мира. Высокотехнологичная индустрия безотходной переработки семян позволяет использовать сою в качестве заменителей продуктов животного происхождения, решать проблему дефицита белка для увеличивающегося населения Земли. Темпы роста её производства увеличиваются, урожайность растёт, а соевый бизнес процветает. Соевые бобы выращивают в 94 странах мира, производство их составляет 350 млн. тонн. Доля России в мировом производстве невелика, около 4,5 млн. т (1,2 % от мирового производства) [4].

Благодаря В. А. Золотницкому площадь посева сои на Дальнем Востоке увеличилась в 93 раза, это состоялось при жизни ученого. Наша с вами задача – достойно продолжить дело: выйти на уровень урожайности 2,5 т/га. «Генетический код Золотницкого» в сортах сои позволяет получать урожайность 3–5 т/га. Основная задача повышения эффективности производства – использовать разработанную ученым пропашную технологию возделывания сои в совокупности с внедрением инновационных технико-технологических достижений (наилучших доступных технологий), технологий точного земледелия.

При написании статьи использованы архивные документы по Амурской областной сельскохозяйственной опытной станции, предоставленные Амурским областным краеведческим музеем им. Г. С. Новикова-Даурского.

#### Список литературы

1. Золотницкий, В. А. Соя на Дальнем Востоке / В. А. Золотницкий. – Хабаровск : Хабаровское кн. изд-во, 1962. – 248 с.
2. Книга памяти «Репрессированная Россия» : сайт Российской ассоциации жертв незаконных политических репрессий. – URL : <http://rosagr.natm.ru/card.php?person=605765> (дата обращения 22.02. 2021).
3. Стасюкевич, С. М. Поиск путей аграрного развития на российском Дальнем Востоке в 1890–1920-х гг. / С. М. Стасюкевич // Проекты освоения и развития Сибири в XX веке. Сборник научных трудов. – Новосибирск : СО РАН, 2013. – С. 87-107.
4. Щегорец, О. В. Соеводство : монография / О. В. Щегорец. – изд-е 2-е, перераб. и дополн. – Краснознаменск : ООО «Типография Парадиз», 2018. – 600 с.

## **ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»**

**Редакция журнала принимает статьи по следующим научным специальностям и соответствующим отраслям наук:**

**05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);

**06.01.01** – Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);

**06.01.05** – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки);

**06.01.07** – Защита растений (сельскохозяйственные науки);

**06.02.01** – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки);

**06.02.08** – Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов (сельскохозяйственные науки);

**06.02.09** – Звероводство и охотоведение (биологические науки)

Статьи должны содержать результаты неопубликованных законченных научных исследований, предназначенные для использования в практической работе специалистами сельского хозяйства, либо представлять для них познавательный интерес.

В статье, представляемой в вышеуказанный раздел должны сжато и четко излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных данных. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание.

Основной текст экспериментальных статей необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: методика, результаты и обсуждение, заключение или выводы, список литературы.

Печатный оригинал статьи должен содержать УДК статьи, название, фамилии и инициалы авторов, их ученые степени и звания (при наличии), ключевые слова, аннотацию (ГОСТ Р 7.0.99-2018).

Рекомендуемый объем аннотации 1000–2000 знаков (200–250 слов). В начале не повторяется название статьи. Структура реферата кратко отражает структуру работы. Вводная часть минимальна. Место исследования уточняется до области (края). Изложение результатов содержит конкретные сведения (выводы, рекомендации и т.п.).

**Авторы представляют (одновременно):**

– **статью** объемом не более 15 страниц машинописного текста через двойной интервал (ГОСТ 7.89-2005) в печатном виде – 2 экземпляра, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа формата А4, подписанную на последнем листе второго экземпляра всеми авторами или сопроводительное письмо за подписью руководителя организации (учреждения), в которой работает автор(ы), представляющий статью;

– **иллюстрации** к статье (при наличии) представляются в электронном виде, в стандартных графических форматах; линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы; таблицы – в редакторе MS Word или MS Excel, диаграммы – только в MS Excel, формулы – в стандартном редакторе формул MS Equation.

– **сведения об авторе** (ах) (на отдельном листе или в конце статьи) в произвольной форме в печатном виде: Ф.И.О., место работы, должность, ученое звание, степень, контактную информацию (телефон, e-mail, почтовый адрес для отправки печатной версии журнала);

– желательно – фотографии автора (ов) любого формата (либо электронным файлом в стандартных графических редакторах на магнитных или лазерных носителях, либо по вышеуказанным адресам e-mail);

Список литературы должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 в виде общего списка в алфавитном порядке, в тексте указывается ссылка с номером в квадратных скобках.

Пакет документов в соответствии с требованиями журнала, направляется в электронном виде на почту редакции журнала **DVagrovestnik@dalgau.ru**.

Оригиналы документов направляются почтой в адрес редакции журнала.

Оригиналы статей, электронные носители и фотографии автору не возвращаются.

### **АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, каб. 301,

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

## THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD

**The Editorial Board invites researchers to submit their articles for publication on the following specialties and branches of science:**

**05.20.01** - Agricultural Mechanization Engineering (Technical Sciences)

**01.06.01** - General Agriculture and Plant Cultivation (Agricultural Sciences)

**01.06.05** - Selection and Seed Farming of Agricultural Plants (Agricultural Sciences)

**01.06.07** - Plant Protection (Agricultural Sciences)

**06.02.01** - Animal Disease Diagnostics, Animal Therapy, Pathology, Oncology and Animal Morphology (Veterinary Sciences)

**06.02.08** - Forage Production, Farm Animal Feeding and Forage Technology (Agricultural Sciences)

**06.02.09** - Commercial Breeding of Fur Animals and Game Management (Biological Sciences)

The article presented in the above mentioned part must in concise and precise form give a modern state of the question, description of the methods and discussion of the obtained data. The heading of the article must completely reflect its content.

The main text of experimental articles should be structured with the use of subtitles of the correspondent parts: methods, results and discussion, conclusions, list of literature.

The printed article original must contain UDC (Universal Decimal classification) of the article, name, surnames and initials of the authors, their academic degrees and statuses (if there are any), key words, abstract (GOST R 7.0.99-2018).

The recommended volume of an abstract is 1000 – 2000 characters (200 – 250 words). In the beginning of the abstract the name of the article shall not be repeated. The structure of the abstract shall concisely reflect the structure of article. The preface is minimal. The place of research shall be detailed up to region. The statement of the results shall contain concrete information (conclusions, recommendations and so on).

**The authors shall present (at one time):**

– **the article**, volume is within 15 typescript pages, double spacing (GOST 7.89-2005) in printed form – 2 copies without manuscript notes, on one side of the standard sheet, size A4, signed on the last sheet of the second copy by all the authors or covering letter signed by the head of the organization where the author (authors) of the article works;

– **illustration** for an article (if available) shall be presented in e-copy form in standard graphic formats; the lines and drawings in the file must be grouped; tables – in MS Word or MS Excel, diagrams – only in MS Excel, formulas – in the standard formula editor MS Equation.

– **information about author** (authors) (on the separate sheet or in the end of the article) in free printed form: name and given names, place of employment, position, academic status, degree, contact information (telephone, e-mail, postal address for sending printed version of the journal);

– advisable – author (s) photos of any size (or e-file in standard graphic editors on magnetic or laser medium to the above said e-mail addresses);

The list of literature must be arranged in accordance with GOST R 7.0.5-2008 as a general list in alphabetic order, the References with number shall be indicated in the text in the square brackets.

A package of documents in accordance with the requirements of the journal is sent electronically to the post office of the journal **DVagrovestnik@dalgau.ru**.

Original documents are sent by mail to the editorial office.

Article originals, e-copies and photos shall not be returned to the authors.

### **EDITORIAL OFFICE ADDRESS:**

86, Polytechnicheskaya Str., Blagoveshensk, Amur Region, 675000, editorial office of the Journal «Far East Agrarian Herald»;

Tel. (fax): (4162)995127

Tel. (4162) 995115 – Editor-in-Chief; e-mail: tikhonchukp@rambler.ru;

Tel. (4162) 995147 – Editorial Office; e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru



