

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

Науменко А. В., заместитель главного редактора, канд. с.-х. наук, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ

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

Редакционный совет:

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

Белко А. А., канд. вет. наук, доцент, проректор по научной работе УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь;

Владимиров Л. Н., д-р биол. наук, профессор, чл.-корр. РАН, Заслуженный деятель науки РФ и Республики Саха (Якутия), Президент Академии наук Республики Саха (Якутия);

Друзьянова В. П., докт. техн. наук, профессор, Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова;

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

Клыков А. Г., д-р биол. наук, профессор, член-корр. РАН, зав. отделом селекции и биотехнологии с.-х. культур, ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий 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., Хейлуцзянская 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;

Тихонов С. Л., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой пищевой инженерии ФГБОУ ВО УрГЭУ;

Хамагаева И. С., д-р техн. наук, профессор кафедры технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления»;

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

Чабаев М. Г., д-р с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»

Редакционная коллегия:

Громов И. Н., д-р вет. наук, профессор, заведующий кафедрой патологической анатомии и гистологии, УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», Республика Беларусь;

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

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

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

Миллер Т. В., канд. биол. наук, доцент кафедры патологии, морфологии и физиологии ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой кафедры кормления, гигиены животных, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»;

Решетник Е. И., д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой технологии переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ;

Темираев Р. Б. – д-р с.х. наук, профессор, заведующий кафедрой биологии ФГБОУ ВО Горский государственный аграрный университет;

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

Туаева Е. В., д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»;

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

Шишлов С. А., д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО Приморская государственная сельскохозяйственная академия;

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)
Запись о регистрации ПИ № ФС 77-78057 27.03.2020

Подписной индекс в Объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ» **94054 (полугодовая)**;
Онлайн подписка: <https://www.pressa-ru.ru/cat/1/edition/194054/>

Журнал представлен в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Распоряжением Высшей аттестационной комиссии (ВАК) при Министерстве образования и науки Российской Федерации от 1 декабря 2015 года журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (письмо ВАК №13-6518 от 01.12.2015 г.)
(в Перечне ВАК под № 951 по состоянию на 28.11.2022)

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
e-mail: DVagrovestnik@dalgau.ru

P. V. Tikhonchuk, Chairman of Drafting Committee, Editor-in-Chief, Dr. Agr. Sci., Professor, Rector of the Far Eastern State Agrarian University
A. V. Naumenko, Deputy Editor-in-Chief, Cand. Agr. Sci., Vice-rector for Scientific Work of the Far Eastern State Agrarian University
O. F. Ovchinnikova, Executive Secretary, Senior Teacher of the Department of Agro-Industrial Complex Economics, Far Eastern State Agrarian University

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;
A. A. Belko, Cand. Veterinar. Sci., Associate Professor, Vice-Rector for Scientific Work, Educational Establishment "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Order of "The Badge of Honor", Republic of Belarus;
L. N. Vladimirov, Dr. Biol. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Honoured Scientist of Russia and Sakha Republic (Yakutia), President of the Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia);
V. P. Druzyanova, Dr. Tech. Sci., Professor, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov;
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;
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, Dr. 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. Sinegovskaya, 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;
S. L. Tikhonov, Dr. Tech. Sci., Professor, Head of the Department of Food Engineering of the Ural State University of Economics;
I. S. Khamagaeva, Dr. Tech. Sci., Professor of the Department of Technology of Animal Products of the East Siberia State University of Technology and Management;
Tianfu Han, PhD, Professor, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Institute of Crop Science, China;
M. G. Chabaev – Dr. Agr. Sci., Professor, Chief Researcher of the Department of Farm Animal Feeding of the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst

Editorial Board:

I. N. Gromov, Dr. Veterinar. Sci., Professor, Head of the Department of Pathological Anatomy and Histology, Educational Establishment "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine of the Order of "The Badge of Honor", Republic of Belarus;
E. B. Zakharova, Dr. Agr. Sci., Associate Professor of the Department of General Agriculture and Plant Growing of the Far Eastern State Agrarian University;
N. F. Klyuchnikova, Dr. Agr. Sci., Deputy Director of Research of the Far Eastern Research Institute of Agriculture;
N. S. Kukhareenko, Dr. Veterinar. Sci., Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the Far Eastern State Agrarian University;
T. V. Miller, Cand. Biol. Sci., Associate Professor of the Department of Pathology, Morphology and Physiology of the Far Eastern State Agrarian University;
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;
E. I. Reshetnik, Dr. Tech. Sci., Professor, Head of the Department of Agricultural Processing Technology of the Far Eastern State Agrarian University;
R. B. Temiraev, Dr. Agr. Sci., Professor, Head of the Department of Biology of the Gorsky State Agrarian University;
N. V. Trush, Dr. Biol. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Biology and Hunting of the Far Eastern State Agrarian University;
E. V. Tuaeava, Dr. Agr. Sci., Leading Researcher of the Department of Feeding Farm Animals of the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L. K. Ernst;
R. L. Sharvadze, Dr. Agr. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics of the Far Eastern State Agrarian University;
S. A. Shishlov, Dr. Tech. Sci., Professor, Primorskaya State Agricultural Academy;
S. V. Shchitov, Dr. Tech. Sci., Professor, Professor of the Department of Transport-Energy Facilities and Mechanization of Agro-Industrial Complex of the Far Eastern State Agrarian University

Founder and Publisher –
Far Eastern State
Agrarian University

Founder and Publisher Address:
675005, g. Blagoveshchensk,
Amur Region,
street Polytechnik, 86.

Registered by
Federal Service for Supervision
of Communications,
Information Technology,
and Mass Media
(Roskomnadzor)
Registration record
ИИ № ФЦ 77-78057
dated March 27, 2020

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

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 № 951
for November 28, 2022)

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ.....	7
<i>Беляев В. И., Железова С. В., Кузнецов В. Н., Степанова Е. В., Прокочук Р. Е.</i> Параметры и режимы наземной фотосъемки посевов для обнаружения сорных растений	7
<i>Выборова Т. А., Безмутко С. В.</i> Анализ фитосанитарного состояния соевых посевов в условиях Приморского края	19
<i>Гученко С. С., Борзаница А. А., Бельская Н. Г.</i> Элементы продуктивности и технологические качества селекционных линий риса в условиях Приморского края	27
<i>Добренко И. Е.</i> Перспективные подвои для сорта яблони Голден Делишес в условиях Волгоградской области	32
<i>Добренко И. Е., Подковыров И. Ю.</i> Управление урожайностью яблок при помощи автономных метеостанций в Волгоградской области	39
<i>Платонова Т. П., Пакулина А. П.</i> Характеристика сортов красной и белой смородины по химическому составу плодов в условиях Приамурья	47
<i>Степанов А. С., Дубровин К. Н., Верхотуров А. Л., Асеева Т. А.</i> Особенности проведения классификации сельскохозяйственных земель Хабаровского края с использованием спутниковых данных	54
<i>Фандеева Я. Д., Тищенко Г. В.</i> Специфика картофелеводства Магаданской области	63
<i>Фокина Е. М., Разанцевей Д. Р.</i> Этапы создания и характеристика нового скороспелого сорта сои Золотница	70
<i>Яковлева В. В.</i> Использование защищенного грунта для увеличения выхода и качества гибридных семян с целью ускорения селекции сливы	78
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ.....	84
<i>Шарвадзе Р. Л., Пензин А. А.</i> Влияние дигидрохверцетина на рост и развитие ремонтного молодняка кур-несушек	84
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	93
<i>Бондаренко А. М., Качанова Л. С., Челбин С. М.</i> Технологические основы процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений.....	93
<i>Головко А. Н., Хаценко А. В.</i> Оптимизация процесса переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах	100
<i>Пономарев Н. В., Беляков Д. В., Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е.</i> Повышение эффективности использования грузовых транспортных средств при перевозке наливных грузов	108
<i>Раднаев Д. Н., Сергеев Ю. А., Абидуев А. А., Калашников С. С.</i> Влияние конструкции шпоры катка для сплошного прикатывания на рыхление и уплотнение почвы	114

<i>Тихонов С. Л., Тихонова Н. В.</i> Функциональное исследование противоопухолевых природных пищевых пептидов	122
<i>Фальчевская Ю. А., Осмонов О. М.</i> Биогазовая технология как автономный источник энергии для создания микроклимата животноводческих помещений	131
<i>Шишилов А. Н., Фадеев А. А., Шишилов Д. С.</i> Влияние сосредоточенной сжимающей нагрузки на всхожесть семян сои	138
<i>Шуравин А. А., Пономарев Н. В., Беляков Д. В., Панова Е. В., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В.</i> К вопросу стабилизации ходовой системы и повышения устойчивости против опрокидывания колесного энергетического средства	144
ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»	151

CONTENTS

AGRONOMY	7
<i>Belyaev V. I., Zhelezova S. V., Kuznetsov V. N., Stepanova E. V., Prokopchuk R. E.</i> Parameters and modes of ground photography of crops to determine weed location	7
<i>Vyborova T. A., Bezmutko S. V.</i> Analysis of the phytosanitary state of soybean crops in the conditions of Primorsky krai.....	19
<i>Guchenko S. S., Borzanitsa A. A., Belskaya N. G.</i> Elements of the productivity and technological properties of rice breeding lines in the conditions of Primorsky krai	27
<i>Dobrenko I. E.</i> Perspective rootstops for the apple variety Golden Delicious in the conditions of the Volgograd region	32
<i>Dobrenko I. E., Podkovyrov I. Yu.</i> Apple yield management using autonomous weather stations in the Volgograd region	39
<i>Platonova T. P., Pakusina A. P.</i> Characteristics of red and white currant varieties according to the chemical composition of fruits in the conditions of Priamurye	47
<i>Stepanov A. S., Dubrovin K. N., Verkhoturov A. L., Asseva T. A.</i> Classification features of the arable lands of Khabarovsk krai using satellite data	54
<i>Fandeeva Ya. D., Tishchenko G. V.</i> The specifics of potato growing in the Magadan region	63
<i>Fokina E. M., Rasantsvey D. R.</i> Stages of creating and characteristics of a new early-ripening soybean variety Zolotnitsa	70
<i>Yakovleva V. V.</i> The use of frame area to increase the yield and quality of hybrid seedlings in order to accelerate plum breeding.....	78
ANIMAL BREEDING AND VETERINARY	84
<i>Sharvadze R. L., Penzin A. A.</i> The effect of dihydroquercetin on the growth and development of replacement laying hens	84
AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	93
<i>Bondarenko A. M., Kachanova L. S., Chelbin S. M.</i> Technological foundations of the production process of humic organomineral fertilizers	93
<i>Golovko A. N., Hatsenko A. V.</i> Optimization of liquid manure processing in near-farm manure storages.....	100
<i>Ponomarev N. V., Belyakov D. V., Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E.</i> Efficiency improving of the cargo vehicles use in the bulk freight transportation	108
<i>Radnaev D. N., Sergeev Yu. A., Abiduev A. A., Kalashnikov S. S.</i> Impact of the roller lug design for continuous rolling on the loosening and compaction of the soil	114
<i>Tikhonov S. L., Tikhonova N. V.</i> Functional study of antitumorogenic natural food peptides	122
<i>Falchevskaya Yu. A., Osmonov O. M.</i> Biogas technology as an autonomous energy source for creating a microclimate in livestock buildings.....	131

<i>Shishlov A. N., Fadeev A. A., Shishlov D. S.</i> The effect of concentrated compressive load on the soybean seed germination	138
<i>Shuravin A. A., Ponomarev N. V., Belyakov D. V., Panova E. V., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V.</i> On the issue of the running system stabilizing and the stability increasing against rollover of a wheeled power vehicle.....	144
THE REQUIREMENTS APPLIED TO THE ARTICLES BEING PUBLISHED IN THE FAR EASTERN AGRARIAN HERALD	153

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

Научная статья

УДК 77

EDN SSQVXH

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_7

**Параметры и режимы наземной фотосъемки
посевов для обнаружения сорных растений****Владимир Иванович Беляев¹, Софья Владиславовна Железова²,
Василий Николаевич Кузнецов³, Евгения Вячеславовна Степанова⁴,
Роман Евгеньевич Прокопчук⁵**^{1,3,5} Алтайский государственный аграрный университет, Алтайский край, Барнаул, Россия^{2,4} Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии

Московская область, Большие Вязёмы, Россия

¹ prof-belyaev@yandex.ru, ² soferrum@mail.ru,³ Kusnezow-VN@yandex.ru, ⁴ jacky-st@yandex.ru, ⁵ roman.prokopchuk.2015@mail.ru

Аннотация. В полевых условиях в серии технических экспериментов на производственных посевах зерновых культур были проведены испытания оптического комплекса камеры совместно с системой позиционирования на наземном носителе для оценки засоренности посевов. Для выбора оптимальных параметров съемки, обеспечивающих достоверное определение наличия и геопозиционирования сорняков в посевах, были реализованы сценарии проведения съемки при разных скоростях движения агрегата и при разных углах наклона камеры. Получение результатов фотосъемки необходимого разрешения и качества достигнуто при установке угла камеры – 30–45°, скорости движения – 13–15 км/ч и частоте съемки – четыре кадра в секунду. По полученным фотоизображениям в посевах визуально с высокой достоверностью определено наличие сорных растений. Изображения с полученными характеристиками (качество и разрешение) дают возможность дальнейшего распознавания целевых объектов в автоматическом режиме на основе разрабатываемых технологий искусственного интеллекта.

Ключевые слова: посевы зерновых, фотосъемка посевов, технические особенности съемки, перспективные искажения фотоизображения, угол установки оптического комплекса, скорость движения агрегата

Благодарности: исследования выполнены в рамках реализации совместного проекта Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии и Алтайского государственного аграрного университета «Разработка методов своевременного выявления болезней, вредителей и сорных растений на полях с применением технического зрения и интеллектуальных систем для перехода к внесению пестицидов в дифференцированных дозах» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-15-2021-1409).

Для цитирования: Беляев В. И., Железова С. В., Кузнецов В. Н., Степанова Е. В., Прокопчук Р. Е. Параметры и режимы наземной фотосъемки посевов для обнаружения сорных растений // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 7–18. doi: 10.22450/199996837_2022_4_7.

Original article

Parameters and modes of ground photography of crops to determine weed location**Vladimir I. Belyaev¹, Sofya V. Zhelezova²,****Vasilii N. Kuznetsov³, Evgeniya V. Stepanova⁴, Roman E. Prokopchuk⁵**^{1, 3, 5} Altai State Agricultural University, Altai region, Barnaul, Russia^{2, 4} All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow region, Bolshie Vyazemy, Russia¹ prof-belyaev@yandex.ru, ² soferrum@mail.ru,³ Kusnezow-VN@yandex.ru, ⁴ jacky-st@yandex.ru, ⁵ roman.prokopchuk.2015@mail.ru

Abstract. In the field conditions, in a set of technical experiments on industrial grain crops, the optical camera system along with a positioning system was tested on ground carrier to assess the contamination of crops by weed plants. To choose optimum parameters of photography that ensure reliable determination of the presence and location of weeds in crops, photography scenarios were implemented at different velocities of the unit and at different camera mount angles. The necessary resolution and quality of photo images was achieved with the camera mount angle values set to 30–45°, the unit movement velocity was 13–15 km/h and the filming frequency was 4 frames per second. The presence of weeds was visually determined with high reliability in the obtained images of the crops. The images with the achieved characteristics (quality and resolution) make feasible the further recognition of target objects in automatic mode based on the developed technologies with artificial intelligence usage.

Keywords: grain crops, photography of crops, technical features of photography, perspective distortion of photo image, mount angle of optic system, unit movement velocity

Acknowledgments: the research was carried out as part of a joint project of the All-Russian Research Institute of Phytopathology and Altai State Agrarian University "Development of methods for timely detection of diseases, pests and weeds in the fields using technical vision and intelligent systems for the transition to the introduction of pesticides in differentiated doses" with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (No. 075-15-2021-1409).

For citation: Belyaev V. I., Zhelezova S. V., Kuznetsov V. N., Stepanova E. V., Prokopchuk R. E. Parametry i rezhimy nazemnoi fotos"emki posevov dlya obnaruzheniya sornykh rastenii [Parameters and modes of ground photography of crops to determine weed location]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 7–18. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_7.

Введение. Сорная растительность в посевах – практически повсеместный и постоянный негативный хозяйственный фактор при возделывании сельскохозяйственных культур. Сорняки существенно ухудшают условия роста и развития культурных растений за счет конкуренции в потреблении почвенной влаги и элементов минерального питания. Также многие виды сорных растений являются переносчиками и резерватами болезней и вредителей посевов. Это приводит как к снижению урожайности и качества продукции, так и к дополнительным затратам при уборке урожая (забивание рабочих органов и механизмов уборочных машин, повышенная засоренность продукции сорными растениями и др.) [1, 2].

Эффективная борьба с сорняками является одной из важнейших задач в сельскохозяйственном производстве. В настоящее время для борьбы с сорными растениями широко применяют химические методы с использованием гербицидов различного механизма действия. Эти методы эффективны, но могут приводить к значительному повышению себестоимости продукции из-за дополнительного расхода средств защиты растений [2, 3].

Снижение расхода гербицидов может быть достигнуто при внедрении в растениеводство цифровых технологий, которые позволяют повысить эффективность сельскохозяйственного производства за счет регулирования техногенных затрат и снижения себестоимости продук-

ции, в том числе за счет внесения средств защиты растений в дифференцированных дозах [2].

Дифференцированное внесение средств защиты подразумевает исключение сплошной обработки посевов гербицидами, ограничиваясь адресным координатным внесением только на пятна распространения сорных растений в посевах. Для выполнения такой задачи необходимо создание комплексной технической системы, способной распознавать сорные растения в посевах различных сельскохозяйственных культур при движении агрегата для внесения гербицидов и непосредственно осуществлять сценарий дифференцированного опрыскивания посевов.

В мире известны системы точечного внесения гербицидов, например, AmaSpot компании Amazone (Германия), WeedSeeker компании Trimble (США), Greeneye компании Greeneye Technology (Израиль) и др. В условиях импортозамещения необходимо создание отечественной системы дифференцированного внесения средств защиты растений.

В общем случае работа такой системы происходит в несколько этапов:

- 1) обнаружение и идентификация сорных растений в посевах;
- 2) определение координат расположения сорных растений;
- 3) точечное внесение гербицидов в указанную точку.

Вопросам обнаружения и идентификации сорняков посвящены труды многих авторов. Например, в работах [4–7] описываются методы обнаружения сорняков по данным дистанционного зондирования, основанные на измерении спектральных характеристик культурных и сорных растений.

Применение нейронных сетей глубокого обучения и машинного зрения при распознавании сорняков описано в работах [8–11]. Использование нейронных сетей подразумевает процесс обучения, который основан на выявлении характерных признаков целевых объектов. Для успешного обучения требуется обширный набор фотоизображений сорняков, находящихся в естественных условиях.

Целью исследования является определение оптимального сочетания параметров и режимов фотосъемки посевов и скорости движения агрегата для обнаружения и записи координат сорных растений в полевых условиях.

В качестве объекта исследования выбраны параметры и режимы фотосъемки посевов для достоверного определения наличия и координат пространственного размещения сорных растений в посевах.

Теоретические предпосылки.

Съемка посевов оптическим комплексом, установленным на движущемся агрегате, имеет несколько особенностей:

1) полученное фотоизображение охватывает трапециевидную область на поверхности почвы, у которой меньшее основание приближено к агрегату, то есть имеют место довольно существенные перспективные искажения в поле зрения камеры;

2) реальный размер и степень искажения получаемой на изображении «трапеции» зависит как от высоты установки камеры над поверхностью поля, так и от угла наклона камеры к вертикали (вертикаль – съемка в надир);

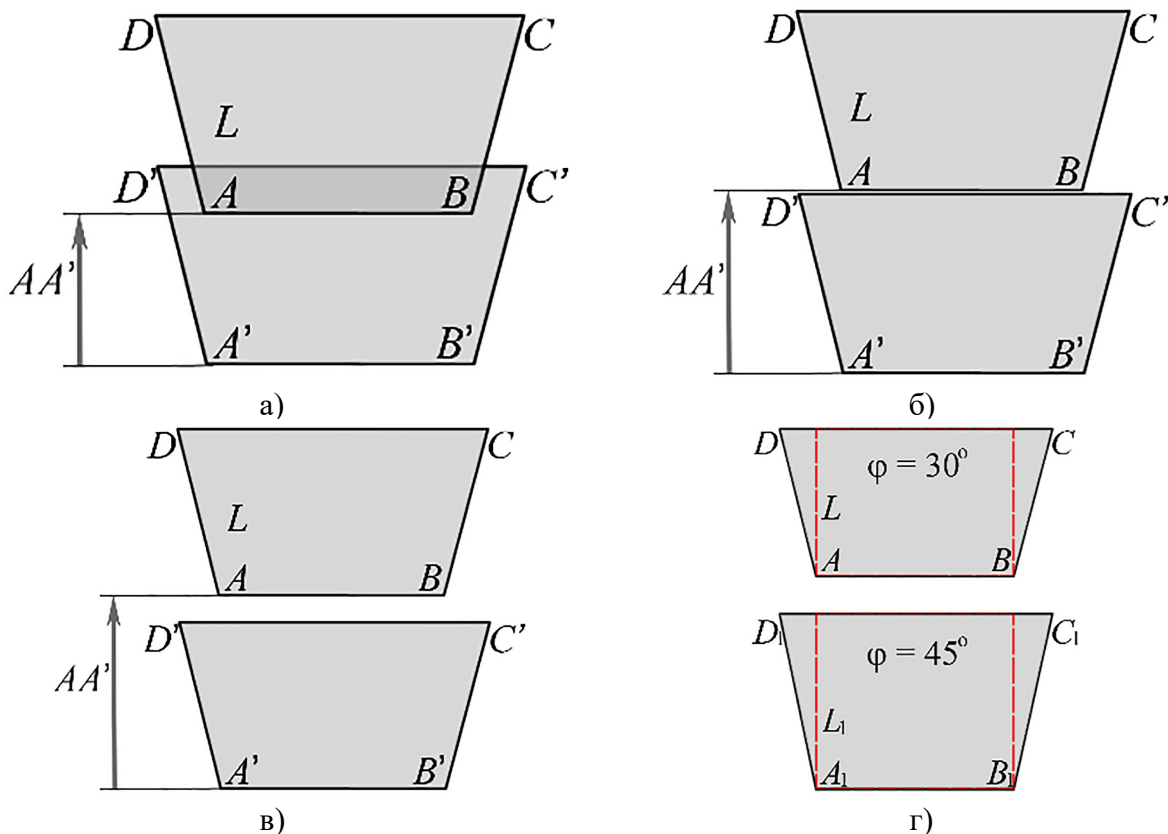
3) если частота съемки не соответствует скорости движения агрегата, то могут появиться участки поля, не попавшие на фото, или один участок может быть изображен на нескольких кадрах (рис. 1).

Техническое требование к съемке посевов на этапе отработки технологии состояло в том, чтобы кадры перекрывались минимально и не были разобщены в пространстве, так, чтобы точки A' и B' при съемке попадали внутрь области, изображенной на предыдущем кадре (рис. 1, а), или на линию CD (рис. 1, б).

Расстояние AA' – расчетный шаг смещения последовательно получаемых кадров вдоль линии движения агрегата. Высота «трапеции» в кадре должна быть больше или равна расстоянию AA' , проходимо агрегатом между соседними кадрами за время t :

$$AA' = v \cdot t \quad (1)$$

где v – скорость движения агрегата, м/с;
 t – время, с.



а) перекрытие кадров; б) соответствие скорости движения и частоты съемки; в) пропуски участков поля при пространственном разобщении кадров; г) изменение трапеции $ABCD$ в зависимости от угла наклона оси камеры к вертикали φ (AA' – путь агрегата за время между точками фиксации последовательных изображений)

Рисунок 1 – Трапеции $A'B'C'D'$ и $ABCD$ – участки поверхности поля, зафиксированные на двух последовательных кадрах фотосъемки

Высоту «трапеции» L можно найти, зная высоту расположения камеры над поверхностью почвы h и угол зрения объектива A при выбранном фокусном расстоянии:

$$L = h \left[\operatorname{tg} \left(\varphi + \frac{A}{2} \right) - \operatorname{tg} \left(\varphi - \frac{A}{2} \right) \right] \quad (2)$$

где A – угол зрения фотокамеры;
 h – высота расположения фотокамеры над поверхностью почвы;
 φ – угол наклона оптической оси фотокамеры к вертикали.

Количество кадров n , снимаемых за одну секунду, необходимое для качественного отображения состояния посевов может быть найдено из выражения (3):

$$n \geq \frac{1}{t} = \frac{v}{AA'} \geq \frac{v}{L} = \frac{v}{h} \left[\operatorname{tg} \left(\varphi + \frac{A}{2} \right) - \operatorname{tg} \left(\varphi - \frac{A}{2} \right) \right]^{-1} \quad (3)$$

Экспериментальная часть. Экспериментальные исследования проводились на полях учебно-опытной сельскохозяйственной станции Алтайского государственного аграрного университета на посевах озимой пшеницы в фазу кущения с использованием навесного опрыскивателя Муссон-1000 на базе автомобиля УАЗ-3303 шириной захвата 20 метров (рис. 2).

При проведении исследований использовался разработанный оптический комплекс, состоящий из фотокамеры SonyDSC-RX0M2 и устройства фиксации и записи координат GPS (GPS-модуль). Общий вид комплекса показан на рисунке 3. Комплекс позволяет задать частоту



Рисунок 2 – Агрегат при проведении испытаний



Рисунок 3 – Общий вид оптического комплекса

съемки в диапазоне от одного до четырех кадров в секунду, что обусловлено техническими характеристиками фотокамеры.

В полевых условиях, соответствующих производственным задачам оценки засоренности посевов, был реализован двухфакторный технический эксперимент с тремя градациями каждого фактора. По каждой градации изучаемых факторов было проведено техническое испытание, в результате которого получены фотоизображения посева с координатной GPS-привязкой каждого кадра. В каждом техническом испытании получено не менее 100 изобра-

жений, скорость съемки – четыре кадра в секунду, длина линии опробования – около 200 м. Общая схема проведения технического эксперимента приведена в таблице 1.

Оптический комплекс установлен на вылете штанги в 6,0 м от продольной оси опрыскивателя, на высоте 1,0 м от поверхности поля. Для контроля качества съемки и определения фактических размеров изображенных участков на поле размещены маркеры: две рамки размером 40×40 см и маркированная лента длиной 2 метра (рис. 4). Движение агрегата в каждом испытании происходило по одному и тому

Таблица 1 – Описание технического эксперимента оценки работы оптического комплекса в полевых условиях

Номер испытания	Угол наклона камеры оптического комплекса	Скорость движения агрегата, км/ч	Количество кадров за секунду
1	0	13	4
2	0	15	4
3	0	17	4
4	30	13	4
5	3	15	4
6	30	17	4
7	45	13	4
8	45	15	4
9	45	17	4

**Рисунок 4 – Размещенная в посевах на линии движения агрегата маркированная лента и рамки**

же участку поля (линия опробования), во время движения производилась автоматическая запись результатов фотосъемки посевов на карту памяти с одновременной записью GPS-координат каждого снимка.

В ходе проведенных экспериментов было получено достаточное количество изображений посевов при различных значениях комбинаций параметров съемки, которые позволят провести обработку методами искусственного интеллекта и выявить наиболее подходящие варианты (способы) съемки посевов для целей определения засоренности.

В работе угловое положение камеры было ограничено величиной 45° (отклонение от вертикали). Увеличение угла наклона приводит к снижению реального пространственного разрешения изображения. Пример изображений при углах наклона оси зрения камеры 45° и 60° представлен на рисунке 5. Увеличение более чем вдвое фактического размера (в направлении движения агрегата) зафиксированной на одном кадре поверхности поля при увеличении угла наклона оси зрения камеры с 45° до 60° приводит к соответствующему снижению пространственного разрешения.



а)

б)

а) $\varphi = 45^\circ$; б) $\varphi = 60^\circ$

Рисунок 5 – Пример полученного фотоизображения при различном угле наклона оси зрения камеры

Результаты и обсуждение. Съемка производилась при значении фокусного расстояния объектива 8 мм при отсутствии программного масштабирования, что соответствует фокусному расстоянию 24 мм для эквивалентной 35-мм матрицы.

При таких значениях фокусного расстояния угол зрения камеры составляет от 60° по короткой стороне кадра до 80° по длинной. Расстояние AA' , проходимое агрегатом за время между двумя соседними кадрами, должно быть меньше или равно высоте L «трапеции» кадра. Фактическая длина линии L , зафиксированной по короткой стороне кадра, зависит как от угла наклона камеры к вертикали φ , так и от высоты ее расположения h на агрегате (рис. 6). Данная поверхность при $A = 60^\circ$ описывается выражением (4):

$$L = h \left[\operatorname{tg} \left(\varphi + \frac{\pi}{6} \right) - \operatorname{tg} \left(\varphi - \frac{\pi}{6} \right) \right] = h \frac{\sqrt{3}}{3 - 4 \sin^2 \varphi} \quad (4)$$

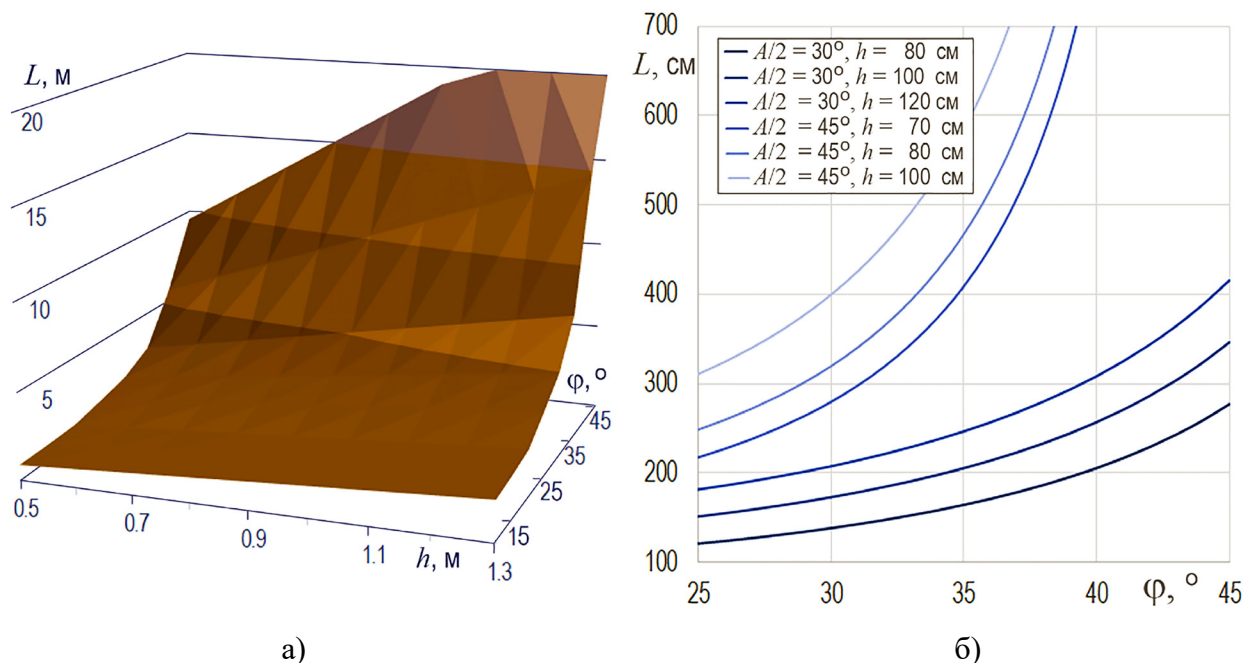
где φ – угол наклона камеры к вертикали;
 h – высота расположения камеры на агрегате, см.

Выразив время t из (1) и подставив его в (3) с учетом (4), получим выражение (5), позволяющее находить минимально необходимое количество кадров съемки за секунду (рис. 7) при различных сочетаниях скорости движения и расположении камеры (высота и угол наклона к вертикали):

$$\min n = \frac{1}{t} = \frac{v}{L} = \frac{v}{h} \left[\frac{\cos 2\varphi + \cos A}{2 \sin A} \right] \quad (5)$$

С увеличением высоты расположения оптического комплекса на штанге опрыскивателя требуемая частота кадров снижается. Например, при скорости движения агрегата 15 км/ч и высоте установки камеры 50 см над уровнем поля, необходимая частота кадров составляет 2,85 и 0,73 кадра в секунду для углов установки камеры к вертикали $\varphi = 30^\circ$ и 45° соответственно. При увеличении высоты установки до 100 см требуемое количество кадров снижается до 1,42 и 0,37 кадра в секунду. Но снижение необходимого числа кадров сопровождается также кратным падением пространственного разрешения съемки, что в дальнейшем не позволит проводить качественную обработку полученных изображений.

На фотоизображениях, полученных во время движения агрегата с оптическим комплексом вдоль линии опробования, визуально отчетливо идентифицируются всходы зерновых и сорные растения. Детальность снимка (разрешение) составляет $4\ 800 \times 3\ 200$ пикс., при этом один снимок покрывает площадь поверхности поля (трапецию) шириной 2,5–4,0 м и длиной 2,0–3,0 м. Следовательно, один пиксель изображения соответствует на короткой стороне «трапеции» кадра 1–2 мм на мест-



а) б)
Рисунок 6 – Зависимость: а) размера короткой стороны кадра от угла наклона оси зрения камеры и высоты ее расположения при значении угла зрения камеры $A = 60^\circ$; б) длины короткой стороны кадра от угла установки камеры при различных углах зрения объектива

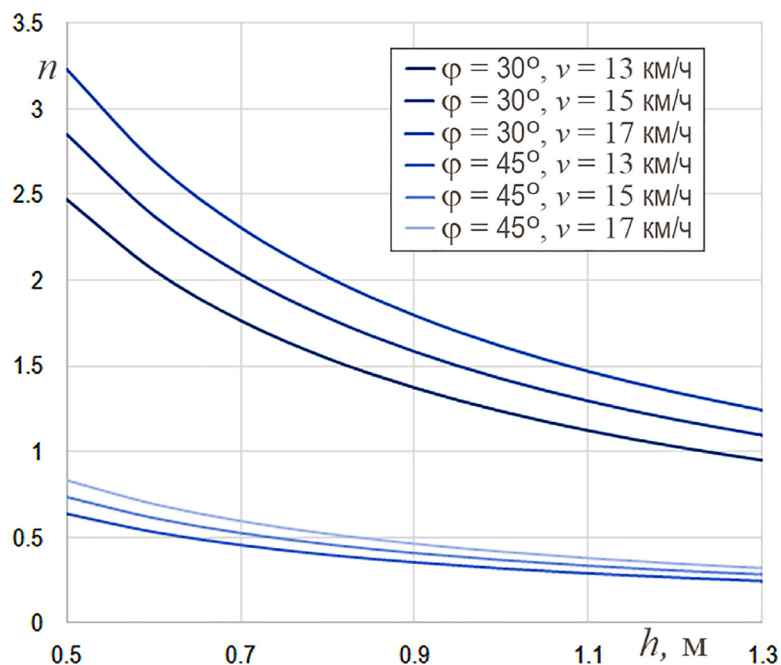


Рисунок 7 – Зависимость минимального необходимого количества снимаемых за секунду кадров от высоты расположения камеры при движении агрегата с различными скоростями для двух значений угла установки камеры

ности (на поверхности земли), что позволяет достоверно выявлять на снимке и идентифицировать сорные и культурные растения размером от 1 см².

Все растения на полученных снимках визуальнo отчетливо просматриваются при различных углах наклона камеры (рис. 8). Для целей точного позиционирования и определения координат сорных растений с точностью до размера площади, покрываемой факелом распыления форсунки опрыскивателя, следует работать при углах установки камеры не более 45°.

Качество полученных фото позволяет проводить сегментацию снимка, выделение фрагментов для настройки автоматического распознавания присутствия сорных видов методами искусственного интеллекта. В дальнейшем, при обработке изображений для создания файла-предписания на опрыскивание следует избрать такую меру дискретности координатной сетки шейп-файла, чтобы одна клетка (пиксель карты-предписания) соответствовала одному впрыску факела единичной форсунки опрыскивателя. Качество полученных в ходе эксперимента фотоизображений и точность их географических координат позволяют это сделать.

Выводы. 1. Для достижения высокого качества фотосъемки посевов с целью распознавания сорных растений необходимо согласование скорости движения агрегата и частоты кадров съемки. При увеличении скорости движения частота кадров должна также повышаться.

2. Угол наклона камеры и высота ее расположения влияют как на информативность изображения, так и на требуемую частоту кадров фотосъемки. Увеличение высоты расположения камеры на агрегате приводит к уменьшению необходимой частоты кадров, но при этом снижается пространственное разрешение и эффективность определения присутствия целевых объектов в посевах.

3. Полученные зависимости позволяют определять необходимые сочетания параметров и режимов съемки для обнаружения и идентификации сорняков в посевах культур. Оптимальными значениями для достоверного определения засоренности посевов зерновых культур в начальные фазы развития (включая фазу кущения) являются следующие показатели съемки: скорость – не менее 4 кадров в секунду, угол наклона оптической оси камеры – не более 45° к вертикали.



Рисунок 8 – Фрагменты фотоизображения по результатам съемки под разными углами расположения камеры:

- а) в посеве озимой пшеницы с низкой засоренностью, угол наклона камеры 30°;**
б) в посеве овса с высокой засоренностью, угол наклона камеры 45°

Список источников

1. Беляев В. И., Вольнов В. В., Соколова Л. В. Прямой посев зерновых культур в Алтайском крае: совершенствование агротехнологий, системы машин и обоснование рациональных параметров. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2020. 180 с.
2. Grunwald L.-C., Belyaev V. I., Meinel T. Improving efficiency of crop protection measures. A technical contribution for better weed control, less pesticide use and decreasing soil tillage intensive in dry farming regions exposed to wind erosion. Switzerland : Springer, 2020. P. 393–406.
3. Беляев В. И., Тагильцев А. В. Техническое обеспечение дифференцированного внесения средств защиты растений // Аграрная наука – сельскому хозяйству : материалы XV междунар. науч.-практ. конф. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2020. С. 11–13.
4. Михайленко И. М., Воронков И. В. Методы обнаружения сорняков, болезней и вредителей растений по данным дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 3. С. 72–83.
5. Esposito M., Crimaldi M., Cirillo V. Drone and sensor technology for sustainable weed management : a review // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2021. No. 8. P. 18.
6. Разработка оптического датчика наличия сорных растений / А. В. Калачев, М. Е. Пелихов, А. И. Новиченко, А. М. Лещев // Природообустройство. 2018. № 5. С. 114–118.
7. Автоматизированное обнаружение сорняков и оценка качества всходов сельскохозяйственных культур по RGB-изображениям / В. В. Альт, И. А. Пестунов, П. В. Мельников, О. В. Ёлкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. № 48 (5). С. 52–60.
8. Rakhmatulin I., Andreasen C. A concept of a compact and inexpensive device for controlling weeds with laser beams // Agronomy. 2020. Vol. 10. No. 10. P. 1616.
9. Weed detection in perennial ryegrass with deep learning convolutional neural network / J. Yu, A. W. Schumann, Z. Cao [et al.] // Frontiers in Plant Science (Sec. Technical Advances in Plant Science). 2019. Vol. 10. No. 1422.
10. Роботы против сорняков // Телеканал «Наука». URL: <https://naukatv.ru/articles/345> (дата обращения: 10.10.2022).
11. Погоньшев В. А., Погоньшева Д. А., Ториков В. Е. Нейронные сети в цифровом сельском хозяйстве // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 5 (87). С. 68–71.

References

1. Belyaev V. I., Volnov V. V., Sokolova L. V. *Prямoi posev zernovykh kul'tur v Altaiskom krae: sovershenstvovanie agrotekhnologii, sistem mashin i obosnovanie ratsional'nykh parametrov [Direct sowing of grain crops in the Altai region: improvement of agricultural technologies, machine systems and substantiation of rational parameters]*, Barnaul, Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020, 180 p. (in Russ.).
2. Grunwald L.-C., Belyaev V. I., Meinel T. Improving efficiency of crop protection measures. A technical contribution for better weed control, less pesticide use and decreasing soil tillage intensive in dry farming regions exposed to wind erosion, Switzerland, Springer, 2020. PP. 393–406.

3. Belyaev V. I., Tagiltsev A. V. Tekhnicheskoe obespechenie differentsirovannogo vneseniya sredstv zashchity rastenii [Technical support for the differentiated application of plant protection products]. Proceedings from Agrarian science – agriculture: *XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya – XV International Scientific and Practical Conference*. (PP. 11–13), Barnaul, Altajskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020 (in Russ.).

4. Mikhailenko I. M., Voronkov I. V. Metody obnaruzheniya sornyakov, boleznei i vreditel'ei rastenii po dannym distantsionnogo zondirovaniya [Methods for detecting weeds, diseases and pests of plants according to remote sensing data]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 2016; 13; 3: 72–83 (in Russ.).

5. Esposito M., Crimaldi M., Cirillo V. Drone and sensor technology for sustainable weed management: a review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2021; 8: 18.

6. Kalachev A. V., Pelikhov M. E., Novichenko A. I., Leshchev A. M. Razrabotka opticheskogo datchika nalichiya sornykh rastenii [Development of an optical sensor for the presence of weeds]. *Prirodoobustroistvo. – Environmental Engineering*, 2018; 5: 114–118 (in Russ.).

7. Alt V. V., Pestunov I. A., Melnikov P. V., Elkin O. V. Avtomatizirovannoe obnaruzhenie sornyakov i otsenka kachestva vskhodov sel'skokhozyaistvennykh kul'tur po RGB-izobrazheniyam [Automated detection of weeds and assessment of the quality of seedlings of agricultural crops using RGB images]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – Siberian Bulletin of Agricultural Science*, 2018; 48; 5: 52–60 (in Russ.).

8. Rakhmatulin I., Andreasen C. A concept of a compact and inexpensive device for controlling weeds with laser beams. *Agronomy*, 2020; 10; 10: 1616.

9. Yu J., Schumann A. W., Cao Z., Sharpe S. M., Boyd N. S. Weed detection in perennial ryegrass with deep learning convolutional neural network. *Frontiers in Plant Science (Sec. Technical Advances in Plant Science)*, 2019; 10; 1422.

10. Roboty protiv sornyakov [Robots against weeds]. *Naukatv.ru* Retrieved from <https://naukatv.ru/articles/345> (Accessed 10 October 2022) (in Russ.).

11. Pogonyshev V. A., Pogonysheva D. A., Torikov V. E. Neironnye seti v tsifrovom sel'skom khozyaistve [Neural networks in digital agriculture]. *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2021; 5; 87: 68–71 (in Russ.).

© Беляев В. И., Железова С. В., Кузнецов В. Н., Степанова Е. В., Прокопчук Р. Е., 2022

Статья поступила в редакцию 28.10.2022; одобрена после рецензирования 17.11.2022; принята к публикации 23.11.2022.

The article was submitted 28.10.2022; approved after reviewing 17.11.2022; accepted for publication 23.11.2022.

Информация об авторах

Беляев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, Алтайский государственный аграрный университет, prof-belyaev@yandex.ru;

Железова Софья Владиславовна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, soferrum@mail.ru;

Кузнецов Василий Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Алтайский государственный аграрный университет, Kusnezow-VN@yandex.ru;

Степанова Евгения Вячеславовна, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, jacky-st@yandex.ru;

Прокопчук Роман Евгеньевич, кандидат технических наук, Алтайский государственный аграрный университет, roman.prokopchuk.2015@mail.ru

Information about authors

Vladimir I. Belyaev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Altai State Agricultural University, prof-belyaev@yandex.ru;

Sofya V. Zhelezova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, All-Russian Research Institute of Phytopathology, soferrum@mail.ru;

Vasilii N. Kuznetsov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Altai State Agricultural University, Kusnezow-VN@yandex.ru;

Evgeniya V. Stepanova, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher, All-Russian Research Institute of Phytopathology, jacky-st@yandex.ru;

Roman E. Prokopchuk, Candidate of Technical Sciences, Altai State Agricultural University, roman.prokopchuk.2015@mail.ru

Научная статья

УДК 632.913:633.583(571.63)

EDN RXNOGO

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_19

Анализ фитосанитарного состояния соевых посевов в условиях Приморского края

Татьяна Алексеевна Выборова¹, Светлана Владимировна Безмутко²

^{1,2} Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений – филиал Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки Приморский край, Камень-Рыболов, Россия

^{1,2} dalniizr@mail.ru

Аннотация. Исследования проводили с целью сбора и анализа данных о распространённости и степени развития грибных заболеваний сои в условиях юга Дальнего Востока. Многолетние (2002–2021 гг.) мониторинговые обследования фитосанитарного состояния соевых посевов осуществлялись в четырех агроклиматических зонах Приморского края (степной, лесостепной, южной и северной таежной). Результаты анализа свидетельствуют о неблагоприятной фитосанитарной обстановке в крае. Во всех зонах было отмечено нарастание распространённости грибных болезней. Установлено, что развитие корневых гнилей носило эпифитотийный характер и в среднем по годам было в диапазоне 7,7–40,4 %. Из листостебельных инфекций ежегодно доминировал септориоз, распространённость которого достигала 100 %, при средней интенсивности развития 25,5 %. Также каждый год отмечались церкоспороз и пероноспороз. Степень развития этих заболеваний была равна 18,1 и 25,1 %, соответственно. Результаты фитопатологической экспертизы семян сои показали значительную заражённость фузариозом (25 %) и бактериозом (3,3 %).

Ключевые слова: соя, мониторинг, грибные болезни, распространённость, развитие, Приморский край, фитопатологическая экспертиза

Для цитирования: Выборова Т. А., Безмутко С. В. Анализ фитосанитарного состояния соевых посевов в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 19–26. doi: 10.22450/199996837_2022_4_19.

Original article

Analysis of the phytosanitary state of soybean crops in the conditions of Primorsky krai

Tatiana A. Vyborova¹, Svetlana V. Bezmutko²

^{1,2} Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika Primorsky krai, Kamen-Rybolov, Russia

^{1,2} dalniizr@mail.ru

Abstract. The research was carried out in order to collect and analyze data on the prevalence and degree of development of soybean fungal diseases in the conditions of the Far East south. Long-term (2002–2021) monitoring surveys of the phytosanitary state of soybean crops were carried out in four agro-climatic zones of Primorsky krai (steppe, forest-steppe, southern and northern taiga). The results of the analysis indicate an unfavorable phytosanitary situation in the region. An increase in the prevalence of fungal diseases was noted in all zones. It was found that the development of root rot had an epiphytotic character and was in the range of 7.7–40.4 % on average over the years. Among leaf-stem infections, septoria prevailed annually, the prevalence

of which reached 100 %, with an average intensity of development of 25.5 %. Cercosporosis and peronosporosis were also noted every year. The degree of development of these diseases was equal to 18.1 and 25.1 %, respectively. The results of phytopathological examination of soybean seeds showed significant infection with fusarium (25 %) and bacteriosis (3.3 %).

Keywords: soybean, monitoring, mushroom diseases, prevalence, development, Primorsky krai, phytopathological examination

For citation: Vyborova T. A., Bezmutko S. V. Analiz fitosanitarnogo sostoyaniya posevov soi v usloviyakh Primorskogo kraya [Analysis of the phytosanitary state of soybean crops in the conditions of Primorsky krai]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 19–26. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_19.

Введение. В мировом земледелии соя занимает четвертое место после пшеницы, кукурузы и риса, и первое среди зернобобовых культур. Уникальный состав органических, минеральных, биологически активных веществ, их функциональные свойства обуславливают многогранность и универсальность использования сои [1]. Эта ценная культура обладает высокой продуктивностью и широко используется во многих отраслях промышленности: пищевой, кормовой, технической, текстильной и др. Также соя является хорошим сидератом, она обогащает почву азотом, тем самым повышает урожайность следующих за ней культур в севообороте.

Сою выращивают более 94 стран мира [2]. Основные регионы выращивания сои в России – Амурская, Белгородская, Еврейская автономная области, Приморский и Краснодарский края [3].

Несмотря на то, что во всем мире были достигнуты успехи в увеличении производства сои, фермеры по-прежнему сталкиваются с большими потерями в производстве из-за неконтролируемых факторов, таких как резкие изменения температуры окружающей среды, нехватка воды и атаки фитопатогенов. Болезни растений, вызванные грибами, могут привести к большим потерям производства зерна, его качества и рентабельности [4]. Соя поражается обширным комплексом фитопатогенов, среди которых присутствуют бактерии, грибы, вирусы и микоплазмы. В целом на сое зарегистрировано порядка 60 заболеваний, вызываемых патогенными микроорганизмами [5].

Защита посевов сои строится на регулярном мониторинге вредных объектов и является составной частью техноло-

гии возделывания культуры. Назначение фитосанитарного мониторинга состоит в том, чтобы с достаточной полнотой собрать информацию о болезнях и предложить наиболее рациональные подходы к профилактическим и защитным мероприятиям [6].

Методика исследований. Исследования проводились на базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений. Сбор информации о видовом составе, распространенности и развитии грибных болезней сои проводили согласно общепринятым методикам с помощью маршрутных обследований хозяйственных посевов Приморского края на протяжении 2002–2021 гг.

Учет болезней выполняли в фазы полных всходов, начала цветения и налива бобов на различных вегетативных органах растений и корнях. При выездах на обследования специалисты визуально оценивали развитие болезней сои. При этом фиксировались и сопутствующие данные и параметры – возделываемый сорт, фаза развития сои, площадь посева культуры, предшественник, применение фунгицидов. В лабораторных условиях патогенные свойства возбудителей болезней изучали методами влажных камер, также проводили фитопатологическую экспертизу семян (в соответствии с требованиями ГОСТ 12044–93) [7–9].

Результаты исследований и обсуждение. За двадцать лет (с 2002 по 2021 гг.) проведенных исследований в хозяйственных посевах сои Приморского края были выявлены заболевания, которые чаще всего поражают культуру, а именно корневые гнили сложной этиологии, септориоз (*Septoria glycines* Hemmi.), пероноспороз

(*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.) и церкоспороз (*Cercospora sojina* Hara.).

Анализ метеорологических данных показал, что температура воздуха в крае в период наблюдений (с июня по сентябрь) практически во все годы исследований была выше среднемноголетних значений и составила 14,7–21,4 °С [10] (табл. 1).

По количеству выпавших осадков выделены наиболее увлажненные 2016, 2019 и 2020 гг. Сумма осадков в эти годы за период наблюдений составила 475,0; 489,0 и 548,3 мм, соответственно (табл. 2).

Муссонный климат Приморского края, обилие влаги в летний период способствуют мощному толчку развития грибных инфекций. Наибольший ущерб наносят заболевания корня и прикорневой части стебля. Ежегодно эта группа заболе-

ваний вызывает гибель 20–40 % всходов и взрослых растений.

На обследуемых территориях корневые гнили встречаются ежегодно и повсеместно. В ходе проведенной работы отмечено, что заболевание вызывает комплекс различных видов грибов, среди которых преобладают: *Fusarium spp.*, *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten., *Corynespora cassiicola* (Berk. et Curt.) Wei., *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br.) Ferr.

Во все годы исследований развитие корневых гнилей на всходах сои носило эпифитотийный характер, и в среднем по годам достигало 7,7–40,4 %, что в 1,5–8 раз выше порога вредоносности (рис. 1).

Следует отметить, что наибольшее развитие корневых гнилей отмечено в годы с избыточной влажностью – 40,4 %

Таблица 1 – Температура воздуха в Приморском крае (2002–2021 гг.)

В градусах Цельсия

Год	Месяц				Среднее за четыре месяца
	июнь	июль	август	сентябрь	
2002	16,4	20,5	19,1	14,5	17,6
2003	19,0	19,5	20,0	15,1	18,4
2004	18,9	20,7	20,0	15,5	18,8
2005	19,7	20,6	21,2	15,2	19,2
2006	16,5	21,4	22,1	15,0	18,7
2007	19,0	20,0	21,8	15,7	19,1
2008	18,3	22,0	20,6	15,1	19,0
2009	16,4	19,7	20,4	13,9	17,6
2010	21,1	21,8	22,1	15,3	20,1
2011	17,3	22,2	21,5	14,1	18,8
2012	18,2	21,6	20,6	16,5	19,2
2013	19,2	21,8	21,3	14,6	19,2
2014	19,3	21,8	20,6	14,6	19,1
2015	18,1	21,0	21,3	15,5	19,0
2016	17,0	21,4	21,6	15,7	18,9
2017	16,8	22,6	20,4	14,7	18,6
2018	17,7	23,0	20,0	14,4	18,8
2019	17,0	22,0	20,8	15,2	18,7
2020	17,1	21,5	21,4	16,1	19,0
2021	18,4	24,4	21,6	15,8	20,0
Среднее за 2002–2021 гг.	18,1	21,5	20,9	15,1	18,9
Среднемноголетнее значение (1980–2021 гг.)	17,8	21,4	20,9	14,7	18,7

Таблица 2 – Количество осадков в Приморском крае (2002–2021 гг.)

В миллиметрах

Год	Месяц				Сумма осадков за период наблюдений
	июнь	июль	август	сентябрь	
2002	118,5	111,8	149,5	46,3	426,0
2003	53,3	54,0	104,0	46,0	257,3
2004	48,8	127,5	38,0	70,0	284,3
2005	32,5	118,5	99,8	36,0	286,8
2006	87,8	91,5	117,3	63,8	360,3
2007	78,5	71,3	74,5	141,8	366,0
2008	52,5	153,0	68,0	25,5	299,0
2009	125,0	150,3	93,0	65,5	433,8
2010	63,8	141,5	109,8	31,0	346,0
2011	84,0	91,5	80,0	80,5	336,0
2012	53,3	111,3	133,0	147,0	444,5
2013	79,3	244,3	136,0	43,8	503,3
2014	61,5	168,5	75,0	105,5	410,5
2015	112,5	135,8	129,0	17,0	394,3
2016	72,3	116,3	207,5	79,0	475,0
2017	97,5	95,0	104,8	53,3	350,5
2018	53,0	112,8	136,8	66,0	368,5
2019	111,8	93,3	251,3	32,8	489,0
2020	163,8	59,8	218,8	106,0	548,3
2021	87,3	44,0	99,3	97,5	328,0
Среднее за 2002–2021 гг.	81,9	114,6	121,3	67,7	385,4
Среднемноголетнее значение (1980–2021 гг.)	88,3	111,5	104,1	78,5	382,4

(2016 г.) и 36,3 % (2020 г.), при этом распространение патогена было на уровне 97,5 и 94,2 %, соответственно (рис. 1).

В среднем за годы исследований, максимальное распространение заболевания зафиксировано в северной таежной зоне края – 79,5 %. Интенсивность развития инфекции при этом составляла 27,7 % (табл. 3). Нарастание болезни здесь можно объяснить тем, что культура возделывалась беспрерывно от двух до пяти лет, для посева использовались семена массовой репродукции, а предпосевная обработка семян не проводилась в полном объеме.

Многолетние наблюдения за развитием грибных заболеваний сои в Приморском крае подтвердили наличие в хозяйственных посевах большого количества растений, инфицированных пероноспо-

розом (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.), церкоспорозом (*Cercospora sojae* Nara.) и септориозом (*Septoria glycines* Hemmi.). Эта группа вредоносных для культуры заболеваний сформировалась, благодаря теплоте и влажному климату региона. Патогены активно поражают не только листья, но и все органы растения. При посеве зараженных семян присутствует большой риск быстрого инфицирования всходов, что провоцирует угнетение роста и последующую гибель растений. Листовые пятнистости могут привести к потерям до 20 % урожая в зависимости от метеорологических условий и восприимчивости сортов.

Ежегодные обследования показывают, что повсеместно по краю доминирует септориоз. Степень развития заболевания

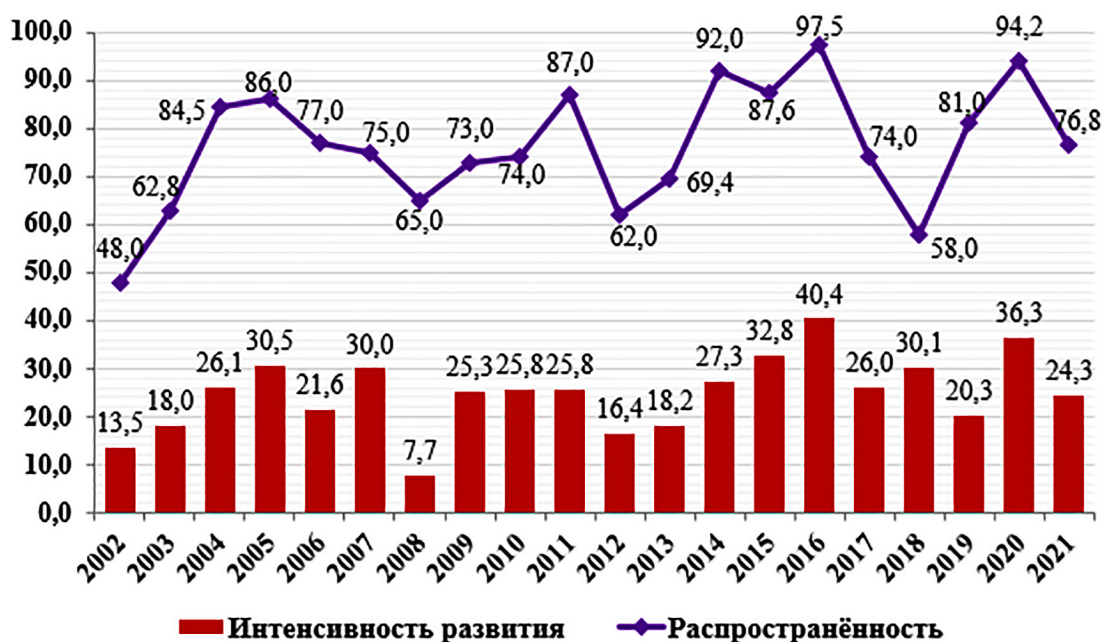


Рисунок 1 – Динамика развития корневых гнилей в Приморском крае за период 2002–2021 гг., %

Таблица 3 – Распространённость (P) и интенсивность развития (r) болезней сои в различных агроклиматических зонах Приморского края (средние показатели за 2002–2021 годы)

Зоны края	В процентах													
	Корневые гнили		Пероноспороз				Септориоз				Церкоспороз			
	I		II		III		II		III		II		III	
	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
Степная	75,4	23,2	79,8	15,7	88,1	26,7	70,0	13,6	82,4	22,4	27,2	4,0	72,4	15,6
Лесостепная	75,4	23,2	74,7	15,7	88,5	26,0	71,7	13,6	82,7	28,0	32,6	5,1	73,0	20,0
Южная таежная	73,8	22,1	68,0	16,0	84,6	28,0	61,2	8,3	83,9	23,1	36,2	4,3	73,8	19,4
Северная таежная	79,5	27,7	68,2	16,7	86,3	27,7	65,5	10,0	90,7	29,2	35,8	6,2	76,1	23,6

Примечания: 1. I – первый срок проведения учетов (фаза полных всходов).
 2. II – второй срок проведения учетов (фаза цветения).
 3. III – третий срок проведения учетов (фаза налива семян).

с 2006 по 2021 гг. находилась примерно на одинаково высоком уровне, и в среднем за годы исследований составила 25,5 % (рис. 2).

По результатам многолетних мониторинговых обследований, анализ собранных данных показал, что наиболее интенсивное развитие патогена наблюдается в северной таежной зоне – 29,2 % (табл. 3).

В период 2002–2012 гг. пероноспороз находился выше порога вредоносности, а в последующие 9 лет исследования

показали, что патоген не является столь актуальным и представляющим большую вредоносность для сои. Вероятнее всего, снижению уровня развития заболевания, в течение вегетационного периода, способствовала высокая температура воздуха, которая была выше среднееголетних значений на 0,3 °C (2020 г.) и 1,3 °C (2021 г.) (табл. 1). В зависимости от погодных условий года распространённость болезней в агроценозах сои заметно варьировала, наблюдались возрастания и

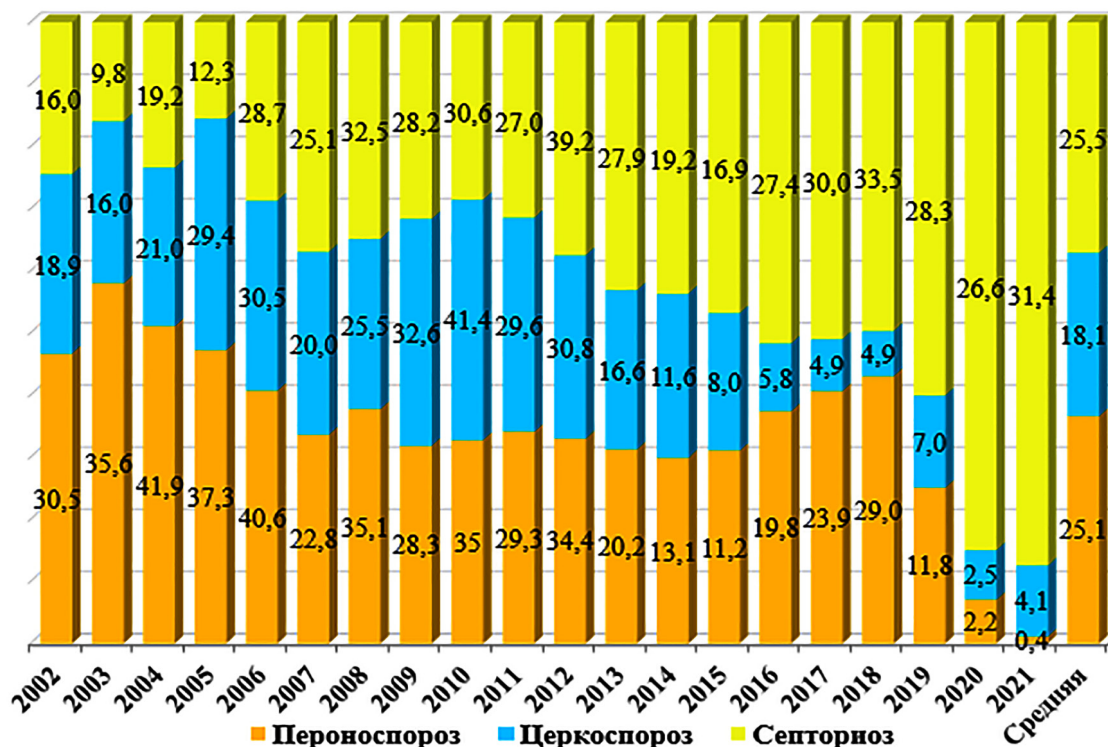


Рисунок 2 – Динамика интенсивности развития листостебельных болезней сои в Приморском крае за период 2002–2021 гг., %

спады. Снижение температуры воздуха в период 2016–2018 гг. (табл. 1) способствовало повышению интенсивности развития пероноспороза до 19,8–29,0 % (рис. 2).

Учет патогена в агроклиматических зонах края показал наивысшую интенсивность развития (28 %) заболевания на листьях растений сои в фазу образования бобов, в южной таежной зоне (табл. 3).

В целом по краю, с 2016 г. наблюдается тенденция к снижению степени развития (≥ 10 %) церкоспороза. Минимальное значение отмечено в 2020 г. – 2,5 % (рис. 2). Это можно объяснить тем, что в хозяйствах стали применять прогрессивные технологии возделывания сои и внедрять в производство новые сорта.

Фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур напрямую зависит от качества семенного материала. Посев зараженными семенами приводит к распространению заболеваний на вегетирующих растениях, что в свою очередь создает и поддерживает очаги инфекции.

Анализ результатов фитопатологической экспертизы показал ежегодную значительную зараженность семенного материала грибными инфекциями и бак-

териями. Всего за период 2002–2021 гг. проанализировано 786 партий семян сои, предоставленных контрольно-семенными лабораториями шести районов Приморья (табл. 4).

За многолетний период исследования уровень зараженности семян фузариозом варьировал от 9,2 до 56,0 %, что в 1,8–11,2 раза превышает порог вредности. Заражение семян бактериозом было в диапазоне от 0,1 до 14,1 %. Следует отметить, что с 2010 г. наблюдается тенденция к снижению процента общей зараженности семян, что может быть связано с использованием эффективных комплексных защитных мероприятий.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что в условиях Дальнего Востока соя поражается большим комплексом вредоносных болезней, развитие которых в отдельные годы носит эпифитотийный характер, что свидетельствует о необходимости выведения устойчивых сортов, а также разработки системы защитных мероприятий с учетом структуры патогенных комплексов для увеличения продуктивности культуры.

Таблица 4 – Результаты фитопатологической экспертизы семян сои Приморского края в 2002–2021 гг.

В процентах

Год	Поражено – всего	Зараженность	
		<i>Fusarium spp.</i>	бактерии
2002	57,7	56,0	1,7
2003	37,8	35,4	2,4
2004	33,1	31,6	1,5
2005	19,2	18,2	1,0
2006	18,6	15,9	2,7
2007	11,0	10,9	0,1
2008	39,5	35,0	4,5
2009	51,0	48,0	3,0
2010	47,4	45,0	2,4
2011	44,5	30,4	14,1
2012	38,5	28,3	10,2
2013	36,9	35,6	1,3
2014	12,9	9,2	3,7
2015	15,6	10,0	5,6
2016	25,1	20,3	4,8
2017	14,4	12,9	1,5
2018	13,7	13,4	0,3
2019	23,0	21,1	1,9
2020	13,3	12,2	1,1
2021	13,8	10,7	3,1
Средняя за период 2002–2021 гг.	28,4	25,0	3,3

Список источников

1. Резвякова С. В., Еремин Л. П. Повышение урожайности сои на основе защиты от грибных болезней // Вестник аграрной науки. 2021. № 3 (90). С. 77–83.
2. Синеговский М. О., Кузьмин А. А. Состояние, перспективы и фитосанитарные риски производства сои // Защита и карантин растений. 2020. № 10. С. 7–12.
3. Кривошлыков К. М., Рощина Е. Ю., Козлова С. А. Анализ состояния и развития производства сои в мире и в России // Масличные культуры. 2016. Вып. 3 (167). С. 64–69.
4. Identification of SNPs in RNA-seq data of two cultivars of *Glycine max* (soybean) differing in drought resistance / R. O. Vidal, L. C. do Nascimento, J. M. C. Mondego [et al.] // Genetics and Molecular Biology. 2012. Vol. 35. P. 331–334.
5. Коробейников А. С., Ашмарина Л. Ф. Оценка селекционного материала сои на комплексную устойчивость к фитопатогенам // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2021. № 9 (203). С. 5–9.
6. Саенко Г. М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае // Масличные культуры. 2019. Вып. 3 (179). С. 106–113.
7. Корсаков Н. И., Овчинникова А. Н., Мизева В. И. Изучение устойчивости сои к грибным болезням : методические указания. Л. : ВИР, 1979. 46 с.
8. Чумаков А. Е. Основные методы фитопатологических исследований. Л. : Колос, 1974. 8 с.
9. Compendium of Soubean Diseases. Illinois : American Phytopathological Society, 1982. 104 p.

10. Справочно-информационный портал «Погода и климат» : сайт. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (дата обращения: 11.07.2022.).

References

1. Rezvjakova S. V., Eremin L. P. Povyshenie urozhajnosti soi na osnove zashhity ot gribnyh boleznej [Increasing of soybean yield based on protection against fungal diseases]. *Vestnik agrarnoj nauki. – Bulletin of Agrarian Science*, 2021; 3: 77–83 (in Russ.).
2. Sinegovskij M. O., Kuzmin A. A. Sostojanie, perspektivy i fitosanitarnye riski proizvodstva soi [State, prospects and phytosanitary risks of soybean production]. *Zashhita i karantin rastenij. – Plant Protection and Quarantine*, 2020; 10: 7–12 (in Russ.).
3. Krivoshlykov K. M., Roshhina E. Ju., Kozlova S. A. Analiz sostojanija i razvitija proizvodstva soi v mire i v Rossii [Analysis of state and development of soybean production in the world and Russia]. *Maslichnye kul'tury – Oilcrops*, 2016; 3: 64–69 (in Russ.).
4. Vidal R. O., do Nascimento L. C., Mondego J. M. C., Pereira G. A. G., Carazzolle M. F. Identification of SNPs in RNA-seq data of two cultivars of *Glycine max* (soybean) differing in drought resistance // *Genetics and Molecular Biology*, 2012; 35: 331–334.
5. Korobejnikov A. S., Ashmarina L. F. Ocenka selekcionnogo materiala soi na kompleksnuju ustojchivost' k fitopatogenam [Evaluation of soybean breeding material for complex resistance to phytopathogens]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2021; 9: 5–9 (in Russ.).
6. Saenko G. M. Fitosanitarnyj monitoring osnovnyh boleznej soi v Krasnodarskom krae [Phytosanitary monitoring of the basic diseases on soybean in the Krasnodar region]. *Maslichnye kul'tury. – Oilcrops*, 2019; 3: 106–113 (in Russ.).
7. Korsakov N. I., Ovchinnikova, A. N., Mizeva, V. I. *Izucheniye ustoychivosti soi k gribnym boleznyam [The study of soybean resistance to fungal diseases]*, Leningrad, VIR, 1979, 46 p. (in Russ.).
8. Chumakov A. E. *Osnovnyye metody fitopatologicheskikh issledovaniy [The main methods of phytopathological studies]*, Leningrad, Kolos, 1974, 8 p. (in Russ.).
9. Compendium of Soybean Diseases, Illinois, American Phytopathological Society, 1982, 104 p.
10. Spravochno-informacionnyj portal "Pogoda i klimat" [Reference and information portal "Weather and Climate"]. *Pogodaiklimat.ru* Retrieved from <https://www.pogodaiklimat.ru/history.php> (Accessed 11 July 2022). (in Russ.).

© Выборова Т. А., Безмутко С. В., 2022

Статья поступила в редакцию 08.10.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 08.10.2022; approved after reviewing 29.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.

Информация об авторах

Выборова Татьяна Алексеевна, младший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, dalniizr@mail.ru;

Безмутко Светлана Владимировна, научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений, dalniizr@mail.ru

Information about authors

Tatiana A. Vyborova, Junior Researcher, Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection, dalniizr@mail.ru;

Svetlana V. Bezmutko, Researcher, Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection, dalniizr@mail.ru

Научная статья

УДК 633.18:631.52(571.63)

EDN RZNFOC

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_27

Элементы продуктивности и технологические качества селекционных линий риса в условиях Приморского края

Светлана Сергеевна Гученко¹, Александр Андреевич Борзаница²,
Нина Григорьевна Бельская³

¹ Федеральний научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки Приморский край, Уссурийск, Россия

^{2,3} Приморская научно-исследовательская опытная станция риса – филиал Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки Приморский край, Новосельское, Россия

¹ лана_svet8@mail.ru, ² mehanik_aa@mail.ru, ³ primnios@mail.ru

Аннотация. Рис – одна из главных крупяных культур. На Дальнем Востоке России рис выращивается в Приморском крае. Почвенно-климатические условия ограничивают время вегетации растений. В связи с этим селекция в этом регионе направлена на создание новых урожайных, раннеспелых сортов с высокими технологическими качествами крупы, устойчивых к болезням. Исследования проводились в 2019–2021 гг. в Приморском крае, Спасском районе на Приморской научно-исследовательской опытной станции риса (филиал Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки). В изучении находилось 10 селекционных линий. За период исследования проведена оценка линий риса на выявление лучших признаков по элементам продуктивности и технологическим качествам зерна. В результате исследований, проведенных в 2019–2021 гг., выделен перспективный селекционный материал, обладающий высоким потенциалом продуктивности и технологических показателей зерна.

Ключевые слова: рис, линии, продуктивность, технологические качества

Для цитирования: Гученко С. С., Борзаница А. А., Бельская Н. Г. Элементы продуктивности и технологические качества селекционных линий риса в условиях Приморского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 27–31. doi: 10.22450/199996837_2022_4_27.

Original article

Elements of the productivity and technological properties of rice breeding lines in the conditions of Primorsky krai

Svetlana S. Guchenko¹, Alexander A. Borzanitsa², Nina G. Belskaya³

¹ Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, Primorsky krai, Ussuriysk, Russia

^{2,3} Primorskaya Scientific Research Experimental Station of Rice – Branch of Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika Primorsky krai, Novoselskoye, Russia

¹ лана_svet8@mail.ru, ² mehanik_aa@mail.ru, ³ primnios@mail.ru

Abstract. Rice is one of the most important grain crops. Primorsky krai is the main region

of rice cultivation in the Russian Far East. Its soil and climatic conditions limit the time for the growth of rice plants. For this reason, all breeding programs in this region are aimed at creating new high-yielding and early maturing varieties with high technological properties of cereal and resistance to diseases. The research was conducted at the Primorskaya Scientific Research Experimental Station of Rice (a branch of Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika) in the Spassky District of Primorsky Krai in 2019–2021. There were 10 breeding lines in the study. During the study period, rice lines were assessed to identify the best features in terms of productivity elements and technological properties of grain. As the result, new promising breeding material was discovered. This material has a high potential for the productivity and technological properties of rice grain.

Keywords: rice, lines, productivity, technological properties

For citation: Guchenko S. S., Borzanitsa A. A., Belskaya N. G. Elementy produktivnosti i tekhnologicheskie kachestva selektsionnykh linii risa v usloviyakh Primorskogo kraya [Elements of the productivity and technological properties of rice breeding lines in the conditions of Primorsky Krai]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 27–31. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_27.

Введение. Рис (*Oryzasativa* L.) является наиболее важной и основной продовольственной культурой, значимым продуктом питания для половины населения мира. Он культивируется более чем в ста странах мира [1, 2].

Учитывая неустойчивые климатические изменения, а также проблемы, связанные с абиотическими и биотическими стрессами, увеличение производства риса и продуктивности без роста обрабатываемых земель является большой проблемой для рисоводов. Перед селекционерами стоит задача существенного увеличения урожайности на основе внедрения новых сортов [3]. На урожайность зерна большое влияние оказывает взаимодействие между основными фенотипическими признаками и факторами окружающей среды. Селекционный отбор должен быть сосредоточен на признаках, влияющих на урожайность. Для риса это показатели продуктивной кустистости, массы метёлки, массы одной тысячи зерен и количества зерен [4].

Создание новых сортов основано на получении генетически разнообразного исходного материала, из которого затем осуществляется отбор селекционно ценных форм.

Цель исследований – оценить различные селекционные линии по элементам продуктивности и технологическим качествам зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на опытных полях Приморской научно-исследовательской опытной станции риса –

филиала Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки в 2019–2021 гг.

Объектами исследования являлись 10 селекционных линий риса. Опыт закладывался по методикам [5, 6].

Повторность опыта – четырехкратная. Площадь делянки – 25 м². Посев проводился рядовой сеялкой СН-16, норма высева – 7 млн. всхожих зерен на гектар. Режим орошения – укороченный.

В качестве стандарта использовали рекомендованный для возделывания в регионе сорт риса Приморский 29.

Учеты, наблюдения и оценка селекционного материала проводились согласно методике [7]. Математическая обработка результатов проведена по методике полевого опыта Б. А. Доспехова [8]. Технологическую оценку зерна риса проводили с учетом требований методических указаний [9, 10].

Результаты исследований и обсуждение. Урожайность является сложным комплексным признаком. Для получения высокого урожая необходимо иметь достаточную емкость запасающих органов. У риса это обеспечивается оптимальным сочетанием элементов продуктивности:

- 1) количество продуктивных стеблей;
- 2) длина метёлки;
- 3) количество зерен в колосе;
- 4) масса 1 000 семян;
- 5) масса зерна с растения.

Таблица 1 – Элементы структуры продуктивности селекционных линий риса

Номера линий	Период вегетации, дни	Высота растений, см	Продуктивная кустистость	Длина метелки, см	Кол-во колосков в метелке, шт.	Масса зерна с растения, г	Стерильность, %
St.	102	90,1	2,1	14,3	174	5,5	9,8
6	100	90,0	2,8	16,2	188	6,0	9,8
30	100	79,9	3,2	15,4	189	6,1	8,1
42	99	89,1	3,3	15,9	189	6,1	8,1
73	97	98,2	3,2	14,9	173	5,6	9,5
91	99	89,7	3,3	15,2	196	6,4	8,9
100	100	85,7	3,1	16,3	190	6,2	9,7
106	97	78,0	2,9	15,2	177	5,6	8,2
127	99	81,1	3,0	14,8	186	5,5	8,6
129	100	83,3	3,1	15,1	191	6,2	9,4
148	100	84,6	3,3	16,0	192	6,3	9,7

Примечание: В качестве стандарта (St.) выступает сорт Приморский 29.

Одним из основных показателей, который изучается в процессе исследований, является оценка длины периода вегетации.

Из данных таблицы 1 видно, что все изучаемые линии отличались более коротким (на 3–5 дней) периодом вегетации по сравнению со стандартным сортом Приморский 29.

Устойчивость растений риса к полеганию является важным требованием при создании новых сортов. Высота растений у изучаемых образцов составляла от 78,0 до 98,2 см. У линий № 30, 106, 127, 129, 148 длина стебля ниже, чем у стандарта на 5,2–12,1 см. Однако образец № 73 оказался более высокорослым и превысил стандартный сорт на 8,1 см, что может являться тенденцией к его полеганию.

Коэффициент продуктивной кустистости отражает возможность сорта сформировать высокий урожай. У всех изучаемых селекционных линий в сравнении со стандартным сортом отмечена высокая продуктивная кустистость, составившая от 2,8 до 3,3 стеблей в растениях риса.

Продуктивность растения – основной критерий эффективности селекционной работы. По показателям количества зерен в метелке и массе зерна с растения практически все селекционные образцы превысили сорт Приморский 29, кроме линий № 73 и 106.

На всех этапах селекционного процесса ведется оценка образцов по технологическим качествам зерна, основными из которых являются: 1) стекловидность; 2) пленчатость; 3) трещиноватость; 4) выход и качество крупы; 5) крупность зерна.

У изученных образцов очень высокая стекловидность (до 100 %), низкая пленчатость – от 16,3 до 17,8 %, и трещиноватость – от 7,0 до 11,0 %, что являются показателями высокого качества крупы.

Также исследованные образцы риса имели высокий выход крупы – от 69,5 до 72,3 %, целого ядра – от 94,9 до 97,9 %, (табл. 2).

Наибольшей крупностью зерна обладали линии № 91 (32,8 г), № 100 (32,7 г), № 148 (33,0 г).

Заключение. В результате изучения выделен перспективный селекционный материал для создания новых сортов риса, обладающий высоким потенциалом продуктивности и высоким качеством крупы.

Выделены продуктивные линии, которые превысили стандарт по количеству зерна с метелки (186–196 шт.), массе зерна с растения (6,0–6,4 г). Все изучаемые линии обладают высокими технологическими качествами зерна.

Таблица 2 – Технологические качества зерна риса

Номера линий	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Пленчатость, %	Отношение длины зерновки к ширине	Масса 1 000 зерен, г	Выход крупы, %	
						общий	целого ядра
St.	100	9	18,4	2,4	31,5	68,7	96,2
6	98	8	17,8	2,2	31,9	70,8	97,9
30	97	9	16,3	2,0	32,1	70,7	94,9
42	100	7	17,2	2,3	32,1	69,8	95,2
73	97	10	16,5	2,1	32,4	71,0	96,2
91	98	11	16,8	2,2	32,8	72,3	96,8
100	96	9	16,3	2,3	32,7	68,7	96,5
106	100	7	16,4	2,2	31,8	69,5	95,1
127	99	11	16,8	2,4	30,0	70,0	96,3
129	100	11	17,5	2,3	32,5	72,1	97,0
148	97	9	17,1	2,4	33,0	69,9	96,4

Примечание: В качестве стандарта (St.) выступает сорт Приморский 29.

Список источников

1. An overview of global rice production, supply, trade, and consumption / S. Muthayya, J. D. Sugimoto, S. Montgomery, G. F. Maberly. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2014. Vol. 1324. P. 7–14.
2. Roy S. C., Shil P. Assessment of genetic heritability in rice breeding lines based on morphological traits and caryopsis ultra structure // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. P. 7830.
3. Genotyping-by-sequencing based investigation of population structure and genome wide association studies for seven agronomically important traits in a set of 346 *Oryza rufipogon* Accessions / P. Malik, M. Huang, K. Neelam, B. Dharminder // *Rice*. 2022. Vol. 15. P. 37.
4. Phenotypic variation and genome-wide association studies of main culm panicle nodenumber, maximum node production rate, and degree-days to heading in rice / D. L. Sanchez , S. O. Samonte, J. B. B. Alpuerto [et al.] // *BMC Genomics*. 2022. Vol. 23. P. 390.
5. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контроль за качеством семян риса. Краснодар, 1972. 155 с.
6. Костылев П. И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса. Ростов-на-Дону : Книга, 2011. 288 с.
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть / под ред. М. А. Федина. М. : Колос, 1985. 267 с.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Альянс, 2014. 351 с.
9. Кешаниди Х. Л. Казаков Е. Д. Технологическая оценка риса зерна. М. : Агропромиздат, 1985. 79 с.
10. Методические указания по повышению качества риса. М. : Колос, 1980. 29 с.

References

1. Muthayya S., Sugimoto J. D., Montgomery S., Maberly G. F. An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2014; 1324: 7–14.

2. Roy S. C., Shil P. Assessment of genetic heritability in rice breeding lines based on morphological traits and caryopsis ultra structure. *Scientific Reports*, 2020; 10: 7830.
3. Malik P., Huang M., Neelam K., Dharminder B. Genotyping-by-sequencing based investigation of population structure and genome wide association studies for seven agronomically important traits in a set of 346 *Oryza rufipogon* accessions. *Rice*, 2022; 15: 37.
4. Sanchez D. L., Samonte S. O., Alpuerto J. B. B., Croaker P. A., Morales K. Y., Yang Yu. [et al.]. Phenotypic variation and genome-wide association studies of main culm panicle nodenumber, maximum node production rate, and degree-days to heading in rice. *BMC Genomics*, 2022; 23: 390.
5. *Metodiki opytnykh rabot po seleksii, semenovodstvu, semenovedeniyu i kontrol' za kachestvom semyan risa [Methods for conducting experiments in the field of breeding, seed production, and seed science, control of rice seed quality]*, Krasnodar, 1972, 155 p. (in Russ.).
6. Kostylev P. I. *Metody seleksii, semenovodstva i sortovoi agrotekhniki risa [Methods of the breeding, seed production and varietal agricultural technology of rice]*, Rostov-na-Donu, Kniga, 2011, 288 p. (in Russ.).
7. Fedin M. A. (Eds.). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Obshchaya chast' [Methodology of the state variety testing of agricultural crops. General part]*, Moskva, Kolos, 1985, 267 p. (in Russ.).
8. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)]*, Moskva, Alyans, 2014, 351 p. (in Russ.).
9. Keshanidi Kh. L. Kazakov E. D. *Tekhnologicheskaya otsenka risa zerna [Technological evaluation of rice grain]*, Moskva, Agropromizdat, 1985, 79 p. (in Russ.).
10. *Metodicheskie ukazaniya po povysheniyu kachestva risa [Guidelines for improving rice quality]*, Moskva, Kolos, 1980, 29 p. (in Russ.).

© Гученко С. С., Борзаница А. А., Бельская Н. Г., 2022

Статья поступила в редакцию 14.09.2022; одобрена после рецензирования 18.11.2022; принята к публикации 09.12.2022.

The article was submitted 14.09.2022; approved after reviewing 18.11.2022; accepted for publication 09.12.2022.

Информация об авторах

Гученко Светлана Сергеевна, научный сотрудник, Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, лана_svet8@mail.ru;

Борзаница Александр Андреевич, директор, Приморская научно-исследовательская опытная станция риса, mehanik_aa@mail.ru;

Бельская Нина Григорьевна, агроном по семеноводству, Приморская научно-исследовательская опытная станция риса, primnios@mail.ru

Information about authors

Svetlana S. Guchenko, Researcher, Federal Scientific Centre of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, лана_svet8@mail.ru;

Alexander A. Borzanitsa, Branch Director, Primorskaya Scientific Research Experimental Station of Rice, mehanik_aa@mail.ru;

Nina G. Belskaya, Seed Production Agronomist, Primorskaya Scientific Research Experimental Station of Rice, primnios@mail.ru

Научная статья

УДК 634.11

EDN STXAWK

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_32

Перспективные подвой для сорта яблони Голден Делишес в условиях Волгоградской области

Илья Евгеньевич Добренко

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Москва, Россия

ilya.dobrenko@bk.ru

Аннотация. Основанием для проведения исследований послужил возрастающий спрос населения страны на высококачественные яблоки. Исследования проводили в 2009–2015 гг. в питомниковых садах Волгоградского регионального ботанического сада. Почвы имеют аллювиальное происхождение. Изучено 14 отечественных и зарубежных подвоев яблони. Опыт однофакторный, за стандарт приняты подвой М26 и М106. Площадь учетной делянки – 176 м², на делянке – по 44 саженца; повторность – трехкратная, размещение – систематическое. Уход за садом – общепринятый для региона; он включал полив, подкормки и защиту от вредных объектов. Все работы проводились одинаково и одновременно на всех делянках опыта. Наибольшая урожайность первосортных плодов яблок сорта Голден Делишес получена на подвоях М9 EMLA, 62-396, ПБ4, М9 Т337, Р60, М9 Rajam 1[®], Р59. Она составила от 80 т/га и выше. Сбор урожая плодов второго сорта был на уровне 32 т/га. В пятерку лучших вошли подвой с общей урожайностью М9 EMLA – 149,7; 62-396 – 146,2; ПБ4 – 145,8; М9 Т337 – 141,7 и Р60 – 136,4 т/га. Подвой изучаемого сорта ПБ4, Р16, Р60, М9 Т337, 62-396 и М9 RAJAM 1[®] по урожайности яблок существенно превосходили контрольные варианты М26 и ММ106 (на 1,6–4,3 т/га). Для интенсивного садоводства в Волгоградской области по критерию урожайности можно рекомендовать следующие подвой М9 RAJAM, 62-396 и ПБ4, отличающиеся ранним вступлением в плодоношение и формирующие высококачественные товарные плоды.

Ключевые слова: подвой, сорт, саженец, яблоня, плод, урожайность

Для цитирования: Добренко И. Е. Перспективные подвой для сорта яблони Голден Делишес в условиях Волгоградской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 32–38. doi: 10.22450/199996837_2022_4_32.

Original article

Perspective rootstocks for the apple variety Golden Delicious in the conditions of the Volgograd region

Ilya E. Dobrenko

All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow, Russia, ilya.dobrenko@bk.ru

Abstract. The basis for the research was the growing demand of the country's population for high-quality apples. The studies were carried out in 2009–2015 in the nursery gardens of the Volgograd Regional Botanical Garden. The soils were of alluvial origin. We studied 14 domestic and foreign apple rootstocks. The experience is one-factor; according to the standard, rootstocks M26 and M106 are accepted. The experiment was one-factor, the rootstocks M26 and M106 were taken for the standard. The area of the accounting plot is 176 m², there were 44 seedlings on the plot, the repetition was three times, the placement was systematic. Garden care was customary for the region. Watering, fertilizing and protection from harmful objects were included. All work was carried out in the same way and simultaneously on all plots of the experiment. The highest yield of first-class fruits of Golden Delicious apples was obtained on rootstocks M9 EMLA, 62-396, PB4,

M9 T337, P60, M9 Pajam 1[®], P59. It amounted to 80 t/ha and more. The harvest of the second-class fruits was at the level of 32 t/ha. The top five included rootstocks with a total yield of M9 EMLA – 149.7; 62-396 – 146.2; PB4 – 145.8; M9 T337 – 141.7 and P60 – 136.4 t/ha. The rootstocks of the studied variety PB4, P16, P60, M9 T337, 62-396 and M9 PAJAM 1[®] significantly exceeded the control variants M26 and MM106 by 1.6–4.3 t/ha in apple yield. For intensive horticulture in the Volgograd region, according to the yield criterion, the following rootstocks M9 PAJAM, 62-396 and PB4 can be recommended, which are characterized by early fruiting and forming high-quality marketable fruits.

Keywords: rootstock, variety, seedling, apple tree, fruit, yield

For citation: Dobrenko I. E. Perspektivnye podvoi dlya sorta yablони Golden Delishes v usloviyakh Volgogradskoi oblasti [Perspective rootstocks for the apple variety Golden Delicious in the conditions of the Volgograd region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 32–38. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_32.

Введение. Самый распространенный в мире сорт яблок Голден Делишес (Golden Delicious в переводе Золотое превосходное) никто не выводил. Впервые на него в 1890 г. в своем саду в Западной Вирджинии обратил внимание А. Х. Маллинс. Выросший сеянец отличался высокой урожайностью и великолепным вкусом плодов. Дерево и права на его распространение Маллинс продал питомникам и садам братьев Старк, после этого сорт стал известен всему миру.

В США, согласно данных Яблочной Ассоциации, он считается одним из пятнадцати самых популярных сортов яблок. Местным жителям он известен под названиями Желтый Саженец Маллинса и Яблоко Аннит. В России его называют Яблоко-груша или Золотое превосходное. На территории нашей страны сорт Голден Делишес начали культивировать в 1920-х гг. Сначала он был выделен из коллекции ВНИИР, а в 1965 г. включен в Государственный реестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому региону, в 2017 г. – по Калининградской области и по Северо-Западному региону [1].

Сорт ценят за такие достоинства как крупные, округло-конические, очень привлекательные по внешнему виду, с кожей золотисто-светло-зеленого цвета, ароматные, сочные, сладкие плоды. Они имеют мелкие семена; при созревании не опадают; длительно сохраняют товарный вид; обладают хорошей лежкостью; имеют высокую транспортабельность и пригодны для переработки. Качество плодов на уровне мировых стандартов. В теплом и умеренном климате яблони зимостойки, обладают высокой урожайностью и рано начинают плодоносить. Плодоносят регу-

лярно, обильно, без перерывов на отдых; нетребовательны к уходу, почве, подкормкам и грунтам, условиям выращивания; экологически устойчивы. К недостаткам сорта можно отнести: слабую засухоустойчивость; невысокую стойкость к зимним морозам; неустойчивость к бурой пятнистости и мучнистой росе; склонность к периодичности плодоношения. Без обрезки дерева плоды мельчают; они склонны к сморщиванию и деформации при падении; отмечается увядание плодов при хранении в помещениях с низким уровнем влажности. Сорта яблони сохраняют свои достоинства только при клоновом размножении [2].

Чтобы вырастить культурное дерево, прививают побег или почку нужного сорта. Для яблони крайне важен как привой, так и подвой. От него зависит размер, сила роста, количество цветков, развитие и плодоношение саженца. Неподходящий в качестве подвоя сеянец может не дать ожидаемых результатов [3]. Для получения семенных подвоев используют формы дикой лесной, сливолистной (китайка), сибирской (сибирка) яблони, и сеянцы выносливых в местных условиях сортов.

По пригодности сеянцы культурных сортов в качестве подвоев не уступают подвойным качествам дикорастущих форм, и даже превосходят их. Достоинство подвоев культурных сортов – их биологическая совместимость почти со всеми сортами, выносливость к неблагоприятным условиям, долговечность и высокая урожайность. В южной зоне плодоводства нашей страны наиболее распространены клоновые подвои М2, М3, М4, М5, М9 и ММ106. В настоящее время проходят испытания подвои М 26, М 27, ММ 102,

ММ 104, ММ 111, А2; формы селекции Северо-Кавказского научно-исследовательского института садоводства и виноградарства (1-48-46, 1-48-41), Плодоовощного института имени И. В. Мичурина (парадизка краснолистная, № 257, 54-118) и Научно-исследовательского зонального института садоводства Нечерноземной полосы (Т273) и другие.

На продовольственном рынке России ежегодно возрастает спрос на товарные плоды яблок. В условиях санкционного давления недружественных стран Запада необходимо наращивать местное производство плодово-ягодных культур. С ростом численности населения важно ориентироваться не только на густо населенные западные районы страны, но и на обширные малонаселенные территории Сибири и Дальнего Востока. Необходимо учитывать изменение диетических предпочтений людей и повышение уровня дохода аграриев, занятых в садоводстве. Реализация этих предложений позволит заместить импорт и наладить экспорт яблок за границу [4]. В связи с разнообразием почвенно-климатических условий России в каждом регионе, должен быть подобран наиболее адаптивный ассортимент плодовых культур, в том числе и подвоев.

Цель исследований – подобрать перспективные подвои для сорта яблоки *Голден Делишес* в условиях Волгоградской области.

Методика исследований. Исследования проводили в 2009–2015 гг. в питомниковых садах Волгоградского регионального ботанического сада (г. Волжский) в Волго-Ахтубинской пойме Волгоградской области.

Почвы имеют аллювиальное происхождение, с низким залеганием грунтовых вод и промывным режимом; по гранулометрическому составу относятся к средним супесям. Мощность гумусового горизонта 10–25 см. Степень обеспеченности азотом N ($\text{NH}_4 + \text{NO}_3$) повышенная, фосфором P_2O_5 (по Кирсанову) и калием K_2O (по Кирсанову) – низкая. Реакция почвенного раствора близкая к нейтральной (в пределах 6,5–7,2). По распределению температуры и осадков метеорологические условия в годы исследований несущественно отклонялись от многолетних показаний.

Объектом исследований стали отечественные и зарубежные подвои яблони. Полевой опыт с многолетними культурами – однофакторный. За стандарт (St.) приняты подвои М26 и М106. Схема опыта и характеристика подвоев приведены в таблице 1.

Площадь учетной делянки – 176 м², на каждой делянке высажено по 44 саженца. Повторность – трехкратная; размещение – систематическое.

Перед закладкой опыта целинный участок обработали гербицидом глифосат (действующее вещество – изопропиламинная соль 360 г/л) из расчета 4 л/га. Обработка почвы включала дискование на глубину 7–8 см, затем глубокое рыхление на 1 м, после чего снова провели дискование вдоль и поперек участка для выравнивания его поверхности.

Участок поля размечали лапами на борозды с шириной между ними 4 м; почву между бороздами обрабатывали культиватором КРН 5,6. По периметру участка были разложены поливные трубы, от которых к каждому ряду будущих посадок делянки проводили шланги с капельным поливом.

Саженцы высадили осенью 2008 г. по схеме 4×1 м, площадь питания одного саженца составила 4 м². Уход за садом был согласно общепринятым нормам. Он включал полив, подкормки и защиту от вредителей и болезней. Все работы проводили одинаково и одновременно на всех делянках опыта согласно принятой в регионе технологии производства яблок [5].

С 2010 г. начали уборку и учет урожая яблок. С каждой опытной делянки подсчитывали количество плодов и взвешивали их массу. Плоды по качеству разделяли на первый и второй сорт, нестандарт и падалицу. Полученные данные за каждый год обрабатывали методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова (1985) [6].

Результаты исследований. В 2009 г. саженцы сорта яблони *Голден Делишес* приспосабливались к новому месту обитания, у них проходило интенсивное наращивание вегетативной массы и появление боковых ответвлений. В 2010 г. на изучаемых подвоях ПБ4, М9 Ражан 1®, Р16, Р59, Р60, М9

Таблица 1 – Схема опыта и характеристика подвоев

Вариант	Страна	Сила роста, %	Устойчивость к	
			засухе и морозу	болезням и вредителям
ПБ4	Беларусь	55	требовательны к орошению; морозостойкий до температуры минус 18 °С	высокая
М9 Rajam 1®	Франция СЕР-СТИФЛ	60		средняя
Р16	Польша	60		слабая
Р59	Польша	60		средняя
Р60	Польша	60		средняя
М9 Т337	Нидерланды НАКВ	65		средняя
62-396	Россия (Мичуринский ГАУ)	70		высокая
М9 EMLA	Англия Ист Моллинг	70		средняя
М9 RAJAM® 2	Франция СЕР-СТИФЛ	75		средняя
М26 (стандарт)	Англия Ист Моллинг	80		зимостойкость высокая (до минус 23 °С)
ММ106 (стандарт)	Англия Ист Моллинг	85	морозостойкость высокая (до минус 28 °С); засухоустойчивость низкая	средняя
57-545	Россия (Мичуринский ГАУ)	85		слабая

Т337, 62-396, М9 EMLA, М9 RAJAM® 2 саженцы дали первый урожай яблок.

Наибольший урожай плодов в этом году сформировали деревья на подвое ПБ4. Урожайность яблок этого варианта опыта составила 3,25 т/га. На 1,11 т/га меньше собрали плодов с саженца на подвое Р59 (с него получена урожайность яблок 2,14 т/га) (табл. 2).

За первые три года лучший результат по урожайности товарных плодов яблок показал сорт Голден Делишес на подвое ПБ4 (149,92 т/га). За изучаемый период наилучший показатель урожайности сорта был на подвое М9 EMLA, он составил 149,6 т/га. Урожайность яблок на подвое ПБ 4 оказалась на третьем месте и составила 145,8 т/га.

В среднем за весь период плодоношения урожайность плодов сорта яблони Голден Делишес на подвоях 57-545, 54-118 и М9 RAJAM® 2 несущественно отличалась от урожайности, полученной с контрольных вариантов М26 и ММ106.

Подвои изучаемого сорта ПБ4, Р16, Р60, М9 Т337, 62-396 и М9 Rajam 1® по урожайности яблок существенно (в среднем на 1,6–4,3 т/га) превосходили контрольные варианты. Наиболее перспективными для сорта яблони Голден Делишес за период исследований оказались подвои М9 RAJAM, 62-396 и ПБ4.

Немаловажное значение играют характеристики качества плодов, основными из которых являются размер плода, внешний вид и наличие изъянов. Наиболее ценными при реализации считаются плоды первого сорта, они продаются как столовые сорта и употребляются непосредственно в пищу. Соотношение урожайности плодов по качеству, относящемуся к первому, второму сорту, нестандарту и падалице приведено на рисунке 1.

В пятерку лучших, позволивших сформировать наиболее качественные плоды яблок за время опыта, вошли подвои сорта Голден Делишес со следующей урожайностью:

Таблица 2 – Влияние подвоев на урожайность яблок сорта Голден Делишес
В тоннах с одного гектара

Подвой	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Среднее значение
ПБ4	0	3,25	9,5	31,17	33,52	33,97	34,38	20,8
М9 Ражам 1 [®]	0	2,13	9,12	28,72	31,07	31,52	31,93	19,2
Р16	0	2,12	9,24	28,33	30,68	31,13	31,54	19,0
Р59	0	2,14	9,11	28,52	30,87	31,32	31,73	19,1
Р60	0	2,11	9,32	29,14	31,49	31,94	32,35	19,5
М9 Т337	0	1,12	9,31	30,73	33,08	33,53	33,94	20,2
62-396	0	1,09	9,42	31,82	34,17	34,62	35,03	20,9
М9 ЕМЛА	0	1,11	9,35	32,71	35,06	35,51	35,92	21,4
М9 РАЖАМ [®] 2	0	1,08	9,16	28,34	30,69	31,14	31,55	18,9
М26 (стандарт)	0	0	8,52	25,63	27,98	28,43	28,84	17,1
ММ106 (стандарт)	0	0	6,3	26,71	29,06	29,51	29,92	17,4
57-545	0	0	7,25	26,78	29,13	29,58	29,99	17,5
54-118	0	0	6,13	27,81	30,16	30,61	31,02	18,0
62-396	0	0	6,12	28,12	30,47	30,92	31,33	18,1
Среднее значение	0	1,2	8,4	28,9	31,2	31,7	32,1	–
НСР₀₅, т/га	0,00	0,883	0,198	0,134	0,124	0,122	0,121	–

М9 ЕМЛА – 149,7 т/га

62-396 – 146,2 т/га

ПБ4 – 145,8 т/га

М9 Т337 – 141,7 т/га

Р60 – 136,4 т/га.

Выводы. Таким образом, наибольшая урожайность первосортных плодов яблок сорта Голден Делишес получена на подвоях М9 ЕМЛА, 62-396, ПБ4, М9 Т337, Р60, М9 Ражам 1[®], Р59. Она составила от 80 т/га и выше, сбор урожайности плодов второго сорта – от 32 т/га и выше, нестандартных – от 13 т/га и выше, падалицы от 8 и выше т/га.

В пятерку лучших вошли подвои М9 ЕМЛА, 62-396, ПБ4, М9 Т337 и Р60 с общей урожайностью 136,4–149,7 т/га. Подвои изучаемого сорта ПБ4, М9 Ражам 1[®], Р16, Р60, М9 Т337, 62-396 и М9 РАЖАМ по урожайности яблок довольно существенно, на 1,6–4,3 т/га, превосходили контрольные варианты М26 и ММ106.

Для интенсивного садоводства в Волгоградской области по критерию урожайности можно рекомендовать следующие подвои: М9 РАЖАМ, 62-396 и ПБ4, отличающиеся ранним вступлением в плодоношение и формирующие высококачественные товарные плоды.

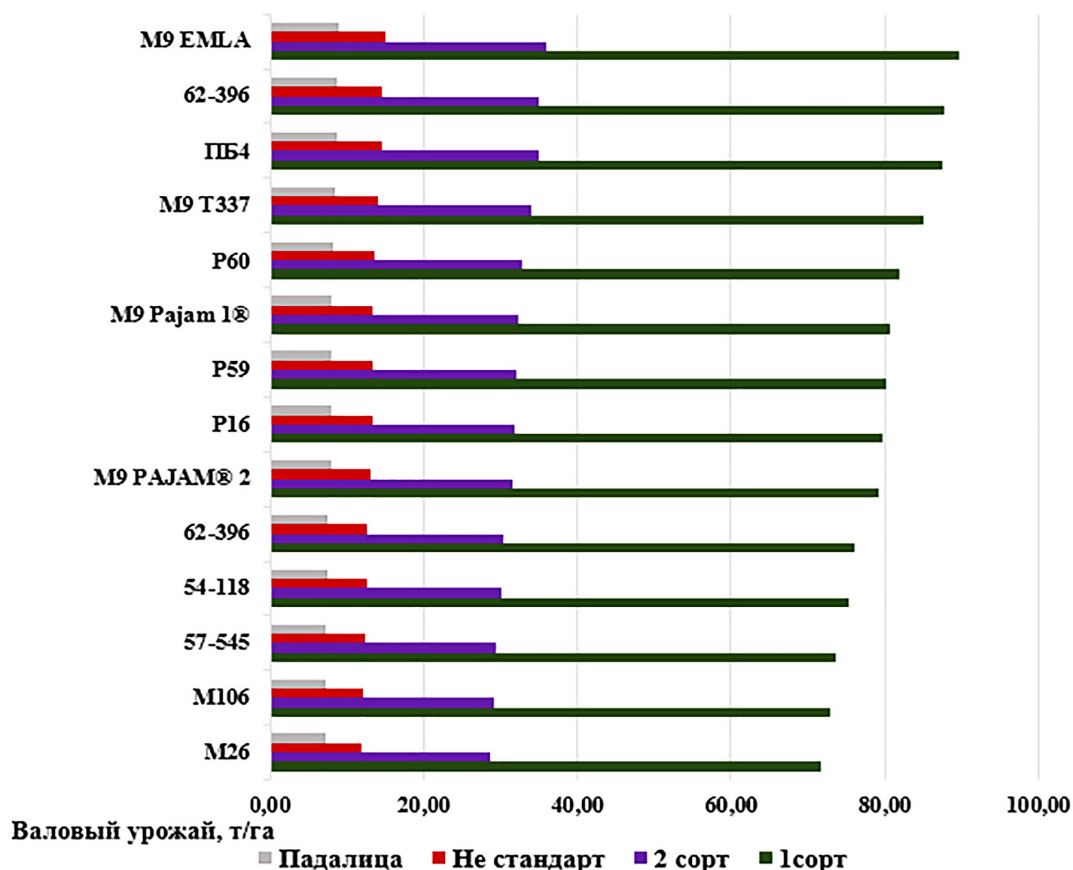


Рисунок 1 – Качественные характеристики урожайности плодов яблони в зависимости от подвоя (2010–2015 гг.)

Список источников

1. Витковский В. Л. Плодовые растения мира. СПб. : Лань, 2008. 592 с.
2. Власенко Н. Г. Основные методологические принципы формирования современных систем защиты растений // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С.25–29.
3. Грязев В. А., Суламов Э. Цикличность наступления неблагоприятных зим и влияние подвоев на зимостойкость плодовых деревьев // Садоводство : материалы междунар. науч.-практ. конф. Мичуринск : Мичуринский государственный аграрный университет, 1999. С. 51–54.
4. Минаков И. А. Экспорт и импорт овощей и фруктов в России // Никоновские чтения. 2017. № 22. С. 154–156.
5. Зарицкий А. В. Плодоводство : учебное пособие. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2010. 184 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Vitkovskii V. L. *Plodovye rasteniya mira [Fruit plant of the world]*, Sankt-Peterburg, Lan, 2008, 592 p. (in Russ.).
2. Vlasenko N. G. Osnovnyye metodologicheskie printsipy formirovaniya sovremennykh sistem zashchity rastenii [Basic methodological principles for the formation of modern plant protection systems]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of Science and Technology of Agriculture*, 2016; 30; 4: 25–29 (in Russ.).

3. Gryazev V. A., Sulamov E. Tsiklichnost' nastupleniya neblagopriyatnykh zim i vliyanie podvoev na zimostoikost' plodovykh derev'ev [The cycle of the onset of unfavorable winters and the effect of rootstocks on the winter hardiness of fruit trees]. Proceedings from Horticulture: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – International Scientific and Practical Conference*. (PP. 51–54), Michurinsk, 1999, Michurinsk, Michurinskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 1999 (in Russ.).

4. Minakov I. A. Eksport i import ovoshchei i fruktov v Rossii [Export and import of fruits and vegetables in Russia], *Nikonovskie chteniya. – Nikonov's readings*, 2017; 22: 154–156 (in Russ.).

5. Zaritskii A. V. *Plodovodstvo: uchebnoe posobie [Fruit growing: study guide]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2010, 184 p. (in Russ.).

6. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta [Field experiment methodology]*, Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).

© Добренко И. Е., 2022

Статья поступила в редакцию 05.11.2022; одобрена после рецензирования 08.12.2022; принята к публикации 13.12.2022.

The article was submitted 05.11.2022; approved after reviewing 08.12.2022; accepted for publication 13.12.2022.

Информация об авторах

Добренко Илья Евгеньевич, аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, ilya.dobrenko@bk.ru

Information about authors

Ilya E. Dobrenko, Postgraduate Student, All-Russian Research Institute of Phytopathology, ilya.dobrenko@bk.ru

Научная статья

УДК 551.5:634.1/.7

EDN SUHVZP

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_39

Управление урожайностью яблок при помощи автономных метеостанций в Волгоградской области

Илья Евгеньевич Добренко¹, Игорь Юрьевич Подковыров²

^{1,2} Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Москва, Россия

¹ ilya.dobrenko@bk.ru, ² agrosad@inbox.ru

Аннотация. Основанием для проведения работы послужили риски в бизнесе сельскохозяйственных предприятий, связанные с урожайностью культур. Цель работы – показать возможность оперативного и стратегического управления урожайностью яблонь с помощью автономных цифровых профессиональных метеостанций в садах Волгоградской области. Используя данные метеостанций, с помощью функций рассчитаны уровни урожайности в садах Волгоградского регионального ботанического сада. Рассмотрены функции цифровых метеостанций в сборе информации для прогнозирования урожайности и определяющих ее факторов. Показаны перспективы совершенствования алгоритмов в определении рисков выполнения сельскохозяйственных работ в процессе программирования урожайности культур. На основании среднестатистических данных по урожайности, планируемых изменений в уровне агротехники, механизации и организации труда, прогноза конъюнктуры рынка, в 2023–2025 гг. планируется получить урожайность яблок на уровне 23,0 т/га. В перспективе к 2030 г. при вступлении в плодоношение семилетних саженцев яблони сорта Голден Делишес прогнозируется получать 30,0–40,0 т/га первосортных яблок. При оптимизации основных факторов роста и развития, переходе на новые высокопродуктивные сорта яблонь, управлении процессом формирования урожая, внедрении интенсивных приемов технологии, рациональной системы удобрений, орошения, защиты растений с использованием априорной и оперативно текущей информации и ЭВМ программируется получать урожайность яблок на уровне 70–80 т/га и более.

Ключевые слова: метеостанция, прогноз, программирование, яблоня, урожайность

Для цитирования: Добренко И. Е., Подковыров И. Ю. Управление урожайностью яблок при помощи автономных метеостанций в Волгоградской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 39–46. doi: 10.22450/199996837_2022_4_39.

Original article

Apple yield management using autonomous weather stations in the Volgograd region

Ilya E. Dobrenko¹, Igor Yu. Podkovyrov²

^{1,2} All-Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow, Russia

¹ ilya.dobrenko@bk.ru, ² agrosad@inbox.ru

Abstract. The basis for the work was the risks in the business of agricultural enterprises associated with crop yields. The purpose of the work is to show the possibility of operational and strategic management of the apple tree yield using autonomous digital professional weather stations in the orchards of the Volgograd region. Using the data of weather stations, by means of the functions, the yield levels in the orchards of the Volgograd Regional Botanical Garden were calcu-

lated. The functions of digital weather stations while information gain for yield predicting and the factors that determine it are considered. The prospects for algorithm improvement in determining of the risks of agricultural work performing in the process of crop yield programming are shown. Based on average statistical data on yields, planned changes in the level of agricultural technology, mechanization and labor organization, market forecast, it is planned to obtain an apple yield of 23.0 t/ha in 2023–2025. In the future, by 2030, when seven-year-old Golden Delicious apple seedlings start bearing fruit, it is predicted to obtain 30.0–40.0 t/ha of first-class apples. When optimizing the main factors of growth and development, switching to new highly productive varieties of apple trees, managing the process of crop formation; introducing intensive technology methods, a rational system of fertilizers, irrigation, plant protection using a priori and operationally current information and a computer, it is programmed to obtain apple yields at the level of 70–80 t/ha and more.

Keywords: weather station, forecast, programming, apple tree, productivity

For citation: Dobrenko I. E., Podkovyrov I. Yu. Upravlenie urozhainost'yu yablok pri pomoshchi avtonomnykh meteostantsii v Volgogradskoi oblasti [Apple yield management using autonomous weather stations in the Volgograd region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 39–46. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_39.

Введение. Условием выживания и успешного функционирования большинства российских предприятий является маркетинговое управление. Прогноз представляет собой научное предположение об обстановке и состоянии объекта в будущем. Дают прогнозы наукастинг (это предсказание настоящего, ближайшего будущего и недавнего прошлого экономического состояния), краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные и перспективные. По своим масштабам различают частные, местные, региональные, отраслевые, государственные, мировые (глобальные) прогнозы. Их делают на уровне личности, предприятия или государственных органов. Задача прогноза – объективное представление о будущем объекта в новых условиях.

Главные признаки прогноза: масштаб его распространения, время ожидания, состояние прогнозируемого объекта, цели и функции. В зависимости от объекта прогнозы могут быть научно-техническими, экономическими, социальными, военно-политическими, метеорологическими и другими. От назначения прогноза бывают как общего пользования (публикуемые в средствах массовой информации, на Интернет-сайтах), так и специализированные (авиационные, морские и речные, сельскохозяйственные). По принципам разработки различают случайные, инерционные, климатологические, экстраполяционные, а по результатам – альтернативные, веро-

ятностные прогнозы. Но этим классификация прогнозов не ограничивается.

Под погодой понимают совокупность значений метеорологических величин и явлений в атмосфере в определенное время в конкретном месте. Научное предположение о будущем состоянии погоды называют ее прогнозом. Прогностическая информация позволяет заблаговременно планировать хозяйственные действия, позволяющие уменьшить или исключить потери (убытки) по метеорологическим причинам [1].

Сельскохозяйственным предприятиям метеорологи делают прогнозы перезимовки озимых культур, приводя процент посевов, который выйдет из-под снега в плохом состоянии, чтобы аграрии своевременно приняли меры по подготовке семян яровых культур для пересева погибших озимых. Определяют запасы влаги в почве к началу полевых работ на основании осеннего увлажнения почвы, количества выпавших осадков за зимний период, высоты снежного покрова и делают оценку влагообеспеченности полей к началу вегетационного периода [2]. Цель таких прогнозов – проведение мероприятий по задержанию талых вод и планирования способов обработки почвы.

Прогнозы теплообеспеченности вегетационного периода ориентируют аграриев на количество тепла за лето. Прогнозы наступления фаз роста и развития культурных растений позволяют планиро-

вать уход за растениями [3, 4]. Даты наступления цветения трав определяют время сенокоса. Фазы наступления зрелости зерна пшеницы, овса, ячменя используются для подготовки и проведения уборочной кампании [5].

Прогноз урожайности и валового сбора сельскохозяйственных культур необходим для рационального распределения техники и транспортных средств, корректировки планов продаж, заготовок сельскохозяйственной продукции и снабжения населения продовольствием.

Все функционирующие в стране метеостанции подразделяются на три разряда. Метеостанции первого разряда ведут наблюдения, обработку данных и управление работой метеостанций; метеостанции второго разряда проводят наблюдения, обрабатывают и передают данные; метеостанции третьего разряда ведут наблюдения по сокращенной программе.

В СССР было 445 метеостанций только первого разряда. Сейчас на территории России осталось всего 156 метеостанций. После 1991 г. по настоящее время они предоставляют данные исключительно на коммерческой основе. В связи с глобальными программами мониторинга климата с 2006 г. стали доступны архивные и онлайн данные наблюдений метеостанций. Успех бизнеса туристических, курортных, сельскохозяйственных и других фирм тесно связан с погодой [6]. Воспользоваться данными метеорологических наблюдений может далеко не каждое сельскохозяйственное предприятие.

Свободное прогностическое пространство стали занимать новые профессиональные метеорологические центры. Сейчас свободно можно приобрести цифровые профессиональные метеостанции отечественных (Sokol-M1) и зарубежных (Davis Instruments серий Vantage VUE, Vantage Pro2, Vantage VUE 6250, Vaisala MAWS201) производителей. Их можно использовать на предприятиях, турбазах, в сельском хозяйстве, школах и вузах. Они пригодны для экологического мониторинга и наблюдений за погодой в поле, саду, огороде, на даче [2, 3, 4, 6].

Однако не всякая из предлагаемых на мировом рынке моделей цифровых профессиональных метеостанций имеет эффективный комплект нужных датчиков.

Возникают проблемы в получении определенных данных и единицах их измерения, необходимых аграриям; разработки математических алгоритмов, позволяющих достоверно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур и связанные с ней риски. Также немаловажным критерием для потребителей выступает возможность круглогодичной эксплуатации метеостанций. Пока эти недостатки негативно влияют на перспективы внедрения автономной агрометеорологии в сельском хозяйстве.

Позитивно то, что измерить температуру и влажность воздуха, атмосферное давление, скорость ветра и количество выпавших осадков можно оперативно в реальном режиме времени. Метеостанция оборудована встроенными часами, календарем и будильником, а данные обрабатываются и дистанционно выводятся на большой ЖК-экран, цветной или монохромный. Несмотря на отмеченные недостатки, автономная метеостанция в будущем станет незаменимым инструментом для работников сельского хозяйства.

Сейчас большим спросом у аграриев пользуются агрометеостанции с комплектом датчиков, способных предоставлять широкий спектр не только метеорологических данных, но и данных, связанных с агрофоном конкретного поля, угодья, прогнозом распространения вредителей, болезней, сорной растительности, запасов продуктивной влаги в пахотном и метровом слое почвы [7]. Такие современные универсальные и экономичные метеостанции могут быть успешно использованы аграриями для планирования, прогнозирования и программирования урожая сельскохозяйственных культур [8].

Цель работы – показать возможность оперативного и стратегического управления урожайностью яблонь с помощью автономных цифровых профессиональных метеостанций в садах Волгоградской области.

Методика, результаты исследований и их обсуждение. В садах Волгоградского регионального ботанического сада урожай яблок прогнозируются по линейному уравнению (1):

$$Y = a + bx \quad (1)$$

где Y – средний урожай в году, т/га;
 a – свободный член уравнения;
 b – коэффициент регрессии;
 x – фактор времени.

Для расчета программированного урожая яблок в питомниковых садах Волгоградского регионального ботанического сада используются следующие параметры метеостанций:

1. История погоды в целом позволяет заглянуть в прошлое, оценить причины возникших рисков в производстве продукции сельского хозяйства и скорректировать планы при работе со страховыми компаниями.

2. Годовая сумма активных и эффективных температур (10 °С и 15 °С) позволяет оценить термический потенциал региона для целесообразности включения в севооборот новых культур при богарном и орошаемом земледелии.

3. Влажность и температура воздуха позволяют оценить риски, связанные с распространением инфекционных заболеваний и злостных вредителей на возделываемых культурах (рис. 1).

4. Влажность почвы позволяет оценить состояние поля и сада по влагообеспеченности и провести корректировку планов по обработке почвы и поливу культурных насаждений (рис. 2).

5. Данные о скорости и направлении ветра, осадках позволяют рационально планировать обработки пестицидами и использование растениями доступных питательных веществ почвы, опираясь на оперативные данные.

6. Фотосинтетически активная радиация позволяет сельскохозяйственным товаропроизводителям раскрыть потенциал действительно возможной урожайности, формирования сухой биомассы основной продукции в регионе, чтобы знать возможности растений; понимать, какую урожайность можно получить, и сколько вкладывать средств в производство, на агрохимию, мелиорацию, и, наоборот, какими вложениями можно пренебречь.

Рассчитать действительно возможную урожайность сухой массы основной продукции сельскохозяйственной культуры можно по формуле (2):

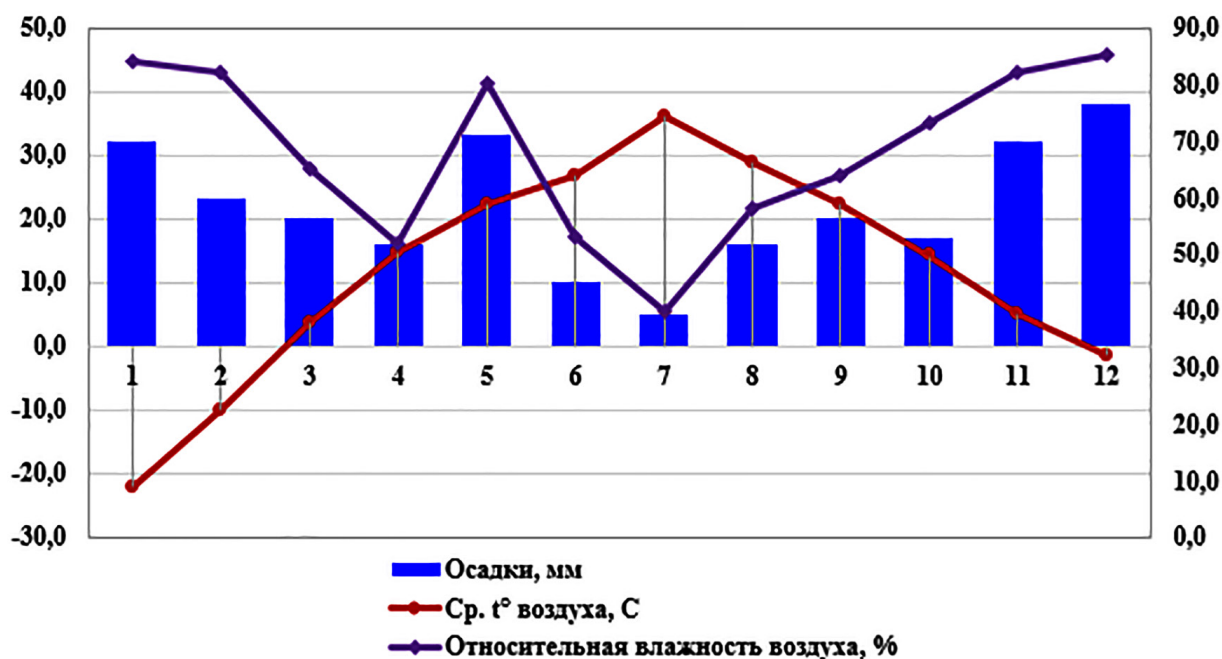


Рисунок 1 – Среднегодовые метеорологические данные Волгоградской области (по месяцам года)

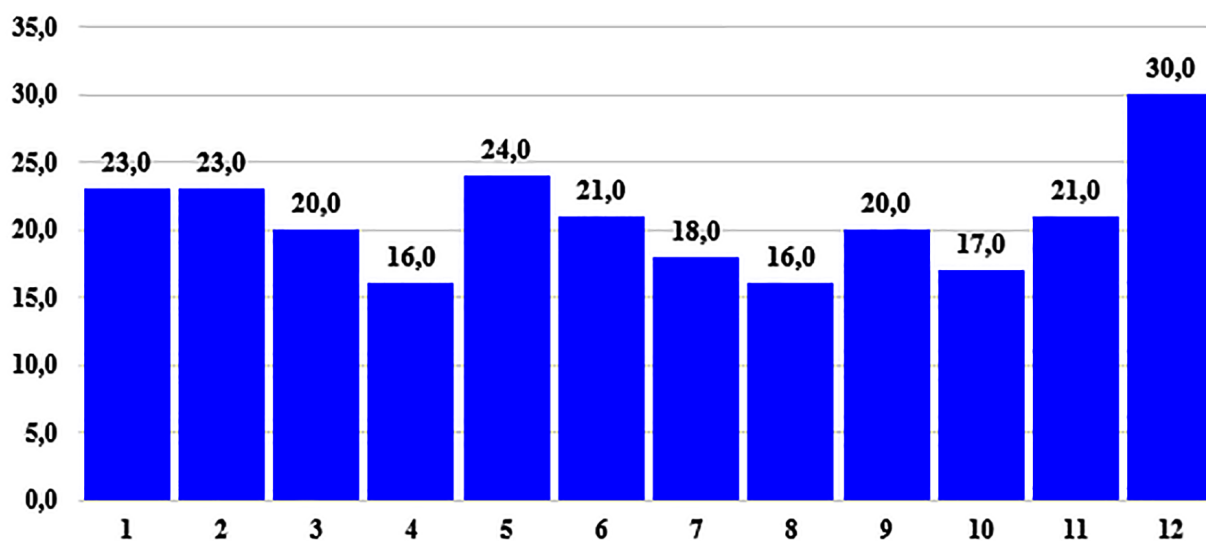


Рисунок 2 – Динамика запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы в течение года (по месяцам)

$$ДВУ_{оп} = \frac{(ФАР_{в} \cdot ФАР_{к} \cdot 10^4) - \%_{пп}}{кДж_{сб}} \quad (2)$$

где ДВУ_{оп} – максимально возможный урожай сухой массы основной продукции сельхозкультуры, т/га;

ФАР_в – количество фотосинтетически активной радиации, приходящей за период вегетации основной культуры, кДж/см²;

ФАР_к – коэффициент усвоения фотосинтетически активной радиации;

10⁴ – коэффициент перевода в абсолютные величины;

%_{пп} – процент побочной продукции от целого растения (урожай/поживные остатки);

кДж_{сб} – калорийность 1 кг сухой биомассы культуры.

При этом значение ФАР_к для тонколистных культур составляет около 2 % (0,02), для широколиственных около 4 % (0,04).

Необходимо помнить, что расчет по приходящей фотосинтетически активной радиации (ФАР) как основному фактору, изначально подразумевает наивысшую культуру земледелия. Такой способ прогноза урожайности совершенно неприменим для богарного земледелия, в особенности, в зонах, где лимитирующим фактором является продуктивная влага в метровом слое почвы. Предлагаемый способ расчета урожайности больше подхо-

дит для защищенного грунта, где все факторы находятся под полным контролем человека, за исключением солнечного света, но в критические периоды для растений можно оперативно принять решение о дополнительном досвечивании.

Другим способом программирования урожайности, который можно применить для богарного земледелия, где урожай напрямую зависит от наличия света, тепла и влаги в комплексе, выступает способ с помощью расчета биогидротермического потенциала.

Взаимоотношения этих факторов в свое время очень хорошо показал в расчетах советский ученый А. М. Рябчиков. Эти расчеты с высокой точностью позволяют определить потенциал продуктивности культуры в конкретной климатической зоне [9]. Процедура расчетов включает следующие действия.

Определяют радиационный баланс из данных, собранных агрометеостанцией, по формуле (3):

$$R = \frac{ФАР_{в} \cdot (100\% - ФАР_{в} \cdot 100/ФАР_{г})}{ФАР_{в}} \quad (3)$$

где R – радиационный баланс;

ФАР_в – ФАР, приходящаяся за вегетацию культуры, кДж/см²;

ФАР_г – ФАР, приходящаяся за год, кДж/см².

Далее необходимо провести расчет балла биогидротермического потенциала региона:

$$\text{БГТП} = \frac{H_{\text{мм}} \cdot V_{\text{дек}}}{36R} \quad (4)$$

где БГТП – биогидротермический потенциал региона;

$H_{\text{мм}}$ – количество продуктивной влаги в метровом слое почвы, или сумма осадков, умноженная на коэффициент поглощения влаги почвой (равен 0,7), мм;

$V_{\text{дек}}$ – количество декад вегетации культуры данного сорта;

$36R$ – произведение количества декад в году и радиационного баланса.

На следующем этапе мы проводим расчеты действительно возможной урожайности культуры по формуле (5):

$$\text{ДВУ}_{\text{оп}} = \frac{Y_{\text{СБМ}} \cdot 100}{100 - V_{\text{ХП}}} \cdot \sum \text{Ч}_{\text{СБМ}} \quad (5)$$

где $Y_{\text{СБМ}}$ – урожай абсолютно сухой биомассы, т/га;

$V_{\text{ХП}}$ – стандартная влажность продукции при хранении, %;

$\sum \text{Ч}_{\text{СБМ}}$ – сумма частей основной и побочной продукции.

На основе данных расчетов с учетом перехода сада на новые высокопродуктивные сорта яблонь, управления процессом формирования урожая, при внедрении интенсивных приемов технологии, рациональной системы удобрений, орошения,

защиты растений с учетом дополнительных издержек производства можно получать урожайность яблок – 70–80 т/га и более.

Используя рекомендации балансового метода выноса питательных элементов с одной тонны продукции, можно установить истинную потребность во внесении удобрений в туках для достижения рассчитанной урожайности яблонь в садах Волгоградского регионального ботанического сада.

Выводы. Таким образом, *базируясь на среднестатистических данных по урожайности в садах Волгоградского регионального ботанического сада, планируемых изменениях в уровне агротехники, механизации и организации труда, изменениях конъюнктуры рынка региона и страны в 2023–2025 гг. планируется получить урожайность яблок – 23,0 т/га.*

В перспективе к 2030 г. при вступлении в плодоношение семилетних саженцев яблони сорта Голден Делишес прогнозируется получать 30,0–40,0 т/га первосортных яблок.

При оптимизации основных факторов роста и развития, переходе на новые высокопродуктивные сорта яблонь, управлении процессом формирования урожая, внедрении интенсивных приемов технологии, рациональной системы удобрений, орошения, защиты растений с использованием априорной и оперативно текущей информации и ЭВМ, программируется получать урожайность яблок на уровне 70–80 т/га и более.

Список источников

1. Васин В. Г., Васин А. В., Ельчанинова Н. Н. Растениеводство. Самара : Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. 528 с.
2. Епифанцев В. В., Стокоз С. В., Захарова Т. В. Эффективность увлажнения почвы и содержание нитратов в плодах в технологии выращивания баклажанов в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 2 (46). С. 51–60.
3. Епифанцев В. В., Стокоз С. В., Захарова Т. В. Вещества, стимулирующие рост и урожайность плодов баклажанов без существенного превышения в них уровня накопления нитратов в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 3 (43). С. 29–36.
4. Епифанцев В. В., Стокоз С. В., Захарова Т. В. Особенности роста, продуктивности и качества баклажанов в условиях Приамурья при обработке их стимулирующими веществами // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. № 5 (140). С. 46–51.
5. Коломейченко В. В. Растениеводство : учебное пособие. М. : Агробизнесцентр, 2007. 600 с.

6. Епифанцев В. В., Стокоз С. В., Захарова Т. В. Эффективность удобрений и уровень нитратов в технологии выращивания баклажанов в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 1 (45). С. 17–25.

7. Можяев Н. В., Серикпаев П., Стыбаев Г. С. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур : учебное пособие. Астана : Фолиант, 2013. 160 с.

8. Новиков С. А., Шевченко В. А. Экономическая целесообразность возделывания программируемых урожаев зерновых культур в чистых и смешанных посевах в условиях Верхневолжья // Кормопроизводство. 2014. № 1. С. 7–12.

9. Васильев А. А., Зыбалов В. С. Программирование урожая картофеля в условиях Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 45–48.

References

1. Vasin V. G., Vasin A. V., Elchaninova N. N. *Rastenievodstvo [Crop production]*, Samara, Samarskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyajstvennaya akademiya, 2009, 528 p. (in Russ.).

2. Epifantsev V. V., Stokoz S. V., Zakharova T. V. Effektivnost' uvlazhneniya pochvy i sodержание nitratoв v plodakh v tekhnologii vyrashchivaniya baklazhanov v usloviyakh Priamur'ya [The efficiency of soil moistening and nitrates content in eggplants cultivated in the climate of the Amur region]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2018; 2: 51–60. (in Russ.)

3. Epifantsev V. V., Stokoz S. V., Zakharova T. V. Veshchestva, stimuliruyushchie rost i urozhainost' plodov baklazhanov bez sushchestvennogo prevysheniya v nikh urovnya nakopleniya nitratoв v usloviyakh Priamur'ya [Preparations that stimulate eggplant growth and crop yield without significant excess in accumulation of nitrates in the climates of Priamurye]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2017; 3: 29–36 (in Russ.).

4. Epifantsev V. V., Stokoz S. V., Zakharova T. V. Osobennosti rosta, produktivnosti i kachestva baklazhanov v usloviyakh Priamur'ya pri obrabotke ikh stimuliruyushchimi veshchestvami [Growth characteristics, yield and quality of eggplant under conditions of the Amur region under processing of stimulating substances]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2018; 5: 46–51 (in Russ.).

5. Kolomeichenko V. V. *Rastenievodstvo: uchebnoe posobie [Crop production: study guide]*, Moskva, Agrobiznessentr, 2007, 600 p. (in Russ.).

6. Epifantsev V. V., Stokoz S. V., Zakharova T. V. Effektivnost' udobrenii i uroven' nitratoв v tekhnologii vyrashchivaniya baklazhanov v usloviyakh Priamur'ya [The effectiveness of fertilizers and the level of nitrates in eggplant cultivation technique in the climate of the Amur region]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2018; 1: 17–25 (in Russ.).

7. Mozhaev N. V., Serikpaev P., Stybaev G. S. *Programmirovaniye urozhaev sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: uchebnoe posobie [Programming crop yields: study guide]*, Astana, Foliant, 2013, 160 p. (in Russ.).

8. Novikov S. A., Shevchenko V. A. Ekonomicheskaya tselesoobraznost' vozdelvaniya programmirovemykh urozhaev zernovykh kul'tur v chistykh i smeshannykh posevakh v usloviyakh Verkhnevolzh'ya [Economical expedience of cultivating spring triticale and field pea for the programmed yields in pure and mixed crops in the Upper Volga]. *Kormoproizvodstvo. – Fodder Production*, 2014; 1: 7–12 (in Russ.).

9. Vasil'ev A. A., Zybalov V. S. Programmirovaniye urozhaya kartofelya v usloviyakh Yuzhnogo Urala [Programming the potato harvest in the conditions of the Southern Urals], *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex*, 2014; 4: 45–48 (in Russ.).

© Добренко И. Е., Подковыров И. Ю., 2022

Статья поступила в редакцию 12.11.2022; одобрена после рецензирования 06.12.2022; принята к публикации 08.12.2022.

The article was submitted 12.11.2022; approved after reviewing 06.12.2022; accepted for publication 08.12.2022.

Информация об авторах

Добренко Илья Евгеньевич, аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, ilya.dobrenko@bk.ru;

Подковыров Игорь Юрьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, agrosad@inbox.ru

Information about authors

Ilya E. Dobrenko, Postgraduate Student, All-Russian Research Institute of Phytopathology, ilya.dobrenko@bk.ru;

Igor Yu. Podkovyrov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, All-Russian Research Institute of Phytopathology, agrosad@inbox.ru

Научная статья

УДК 634.7+577

ГРНТИ 68.35.59

EDN SXRIMP

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_47

Характеристика сортов красной и белой смородины по химическому составу плодов в условиях Приамурья

Татьяна Павловна Платонова¹, Антонина Павловна Пакусина²

¹ Амурский государственный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия

² Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ platonova.t00@mail.ru, ² pakusina.a@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты химического анализа свежих плодов смородины красной и белой инорайонных сортов, которые произрастают на бурых лесных почвах Амуро-Зейской равнины. Накопление в плодах смородины красной и белой аскорбиновой кислоты, сахаров и других показателей, характеризующих качество плодов, зависит от сортовых особенностей. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах смородины варьирует в пределах от 35,81 (сорт Уральская белая) до 50,50 мг/100 г (сорт Чулковская). По содержанию сухого вещества лидируют плоды смородины сорта Уральская белая (18,44 %). Зольность ягод смородины изменяется от 0,19 (сорт Дарница) до 0,77 % (сорт Голландская розовая). В плодах красной и белой смородины содержание сахаров, от которых зависит вкус ягоды, составляет от 8,8 (сорт Дарница) до 10,6 % (сорт Уральская белая). Массовая доля титруемых кислот в пересчете на яблочную кислоту составляет от 2,68 (сорт Чулковская) до 1,78 % (сорт Голландская розовая). Обнаружено, что наиболее сбалансированным составом обладают плоды смородины красной Голландская розовая. Плоды смородины красной и белой содержат большое количество питательных и биологически активных веществ.

Ключевые слова: красная и белая смородина, титруемая кислотность, аскорбиновая кислота, сухой остаток, зольность

Для цитирования: Платонова Т. П., Пакусина А. П. Характеристика сортов красной и белой смородины по химическому составу плодов в условиях Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 47–53. doi: 10.22450/199996837_2022_4_47.

Original article

Characteristics of red and white currant varieties according to the chemical composition of fruits in the conditions of Priamurye

Tatyana P. Platonova¹, Antonina P. Pakusina²

¹ Amur State University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ platonova.t00@mail.ru, ² pakusina.a@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of chemical analysis of fresh red and white currants of foreign varieties that grow in brown forest soils of the Amur-Zeya Plain. The accumulation of ascorbic acid, sugars and other indicators characterizing the quality of fruits in red and white currant fruits depends on varietal characteristics. The content of ascorbic acid in currant berries varies

from 35.81 mg/100 g (Uralskaya belaya variety) to 50.50 mg/100 g (Chulkovskaya variety). The fruits of Uralskaya belaya variety are leading in dry residue content (18.44 %). The ash content of currants ranges from 0.19 % (Darnitsa variety) to 0.77 % (Gollandskaya rozovaya variety). In the fruits of red and white currants, the sugar content, on which the taste of the berry depends, ranges from 8.8 % (Darnitsa variety) to 10.6 % (Uralskaya belaya variety). The mass fraction of titratable acids in terms of malic acid ranges from 2.68 % (Chulkovskaya variety) to 1.78 % (Gollandskaya rozovaya variety). The most balanced composition was found in red currants of Gollandskaya rozovaya variety. The fruits of red and white currants are sources of a high content of nutrients and biologically active substances.

Keywords: red and white currants, titrated acidity, ascorbic acid, dry residue, ash content

For citation: Platonova T. P., Pakusina A. P. Kharakteristika sortov krasnoi i beloi smorodiny po khimicheskomu sostavu plodov v usloviyakh Priamur'ya [Characteristics of red and white currant varieties according to the chemical composition of fruits in the conditions of Priamurye]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 47–53. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_47.

Введение. В садах Приамурья культивируется большое разнообразие сортов черной смородины и малины. Облепиха и жимолость занимают значительно меньшую площадь насаждений, а крыжовник и земляника – ничтожную часть [1]. В России в Государственный реестр селекционных достижений включены и допущены к возделыванию 210 сортов смородины черной (*Ribes nigrum* L.), 42 сорта смородины красной (*Ribes rubrum* L.), 10 сортов смородины белой (*Ribes niveum* Lindl.). Госреестр селекционных достижений и допущенных для выращивания в дальневосточном регионе сортов содержит один сорт красной смородины и не содержит белой смородины [2]. Возможно, поэтому красная и белая смородина менее распространены в Амурской области. Однако, красная смородина неприхотлива к условиям произрастания, более продуктивна, чем черная смородина, и ее плоды после созревания не осыпаются, долго сохраняются на ветвях [3].

Цель исследований – изучение биохимического состава плодов сортов красной и белой смородины в свежем виде. Задачами исследования явилась оценка содержания витамина С, сахаров, определение массы 100 ягод, кислотности, влажности, сухого вещества и зольности ягод.

Объекты и методы исследования. В эксперимент включено четыре сорта смородины, три из них красная – Дарница, Чулковская, Голландская розовая и одна белая – Уральская белая.

Сорт Уральская белая селекции Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук включен в Госреестр селекционных достижений по Уральскому региону в 2004 г. [2] (рис. 1). Сорт среднераннего срока созревания, десертный, устойчив к морозам, устойчив к мучнистой росе. Недостатком сорта являются маленькие ягоды.

Сорт красной смородины Чулковская – старинный русский раннеспелый сорт народной селекции, районирован во многих областях России с 1947 г. Основными достоинствами являются раннеспелость, хорошая самоплодность, устойчивость к болезням и зимостойкость. Данный сорт (рис. 2) использовался для получения современных гибридов, например, раннеспелых сортов Нива и Ася, которые внесены в Госреестр [4].

Сорт Дарница был получен в институте садоводства Украинской академии аграрных наук, поэтому не входит в Госреестр РФ, но популярен среди садоводов России. К достоинствам сорта можно отнести приятный, сбалансированный вкус, крупные ягоды ярко-красного цвета, устойчивость к неблагоприятным погодным условиям, болезням и вредителям, высокая зимостойкость. Недостатки сорта: средняя лёжка и транспортабельность; кусты раскидистые и разрастаются; требуется регулярный полив [5].

Сорт Голландская розовая включен в Госреестр РФ в 1947 г., районирован



Рисунок 1 – Сорт смородины Уральская белая



Рисунок 2 – Сорт смородины Чулковская



Рисунок 3 – Сорт смородины Голландская розовая

для многих северных регионов (рис. 3). Это один из лучших сортов. Голландская розовая – самоплодна, морозоустойчива, устойчива к мучнистой росе, ржавчине.

Исследования проводились в 2022 г. Возраст ягодника – три года. При возделывании соблюдались агротехнические требования.

Агроклиматические условия: почвы бурые лесные. Условия произрастания характеризовались высокими среднесуточными температурами воздуха в вегетационный период: в мае 14,3 °С, что выше нормы на 1,1 °С; в июне – 22,2 °С при норме 19,4 °С и в июле 25,2 °С, что выше нормы на 3 °С. Количество осадков было в мае 66,4 мм при норме 54,8 мм; в июне и июле – 84,5 мм и 90,9 мм, что меньше нормы при средних многолетних значениях 106,6 мм и 141,2 мм соответственно [6].

Массовую долю витамина С, титруемую кислотность, сахара, сухие вещества и зольность в ягодах смородины определяли по общепринятым методикам [7–10].

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что наибольшая масса 100 ягод у сорта Чулковская и составляет 67,84 г. Наименьший показатель у сорта Дарница – 29,48 г. Однако, в описании данного сорта указано, что он обла-

дает крупными ягодами. Масса 100 ягод у сортов Голландская розовая и Уральская белая – 42,88 и 39,63 г соответственно.

В ягодах смородины красной и белой преобладают такие органические кислоты, как яблочная, янтарная, лимонная. По наименьшему показателю титруемой кислотности в ягодах выделены сорта Голландская розовая и Дарница – 1,78 и 1,91 % соответственно. Наибольший показатель определен в ягодах сорта Чулковская, который составляет 2,63 %.

Наибольшее накопление аскорбиновой кислоты обнаружено в ягодах сорта Чулковская и составляет 50,5 мг/100 г. В остальных сортах содержание аскорбиновой кислоты – от 35,81 до 39,11 мг/100 г. Все сорта отличаются высоким содержанием сахара – от 8,8 % (сорт Дарница) до 10,6 % (сорт Уральская белая) (рис. 4).

Вкус ягод больше определяется сахарокислотным коэффициентом. Чем меньше данный коэффициент, тем кислее ягода, чем больше – тем она слаще и вкуснее. Например, Уральская белая содержит наибольшее количество сахаров – 10,6 %, титруемая кислотность – 2,38 %, сахарокислотный коэффициент не самый высокий – 4,45. Самая вкусная ягода у сорта Голландская розовая, у которой не самое

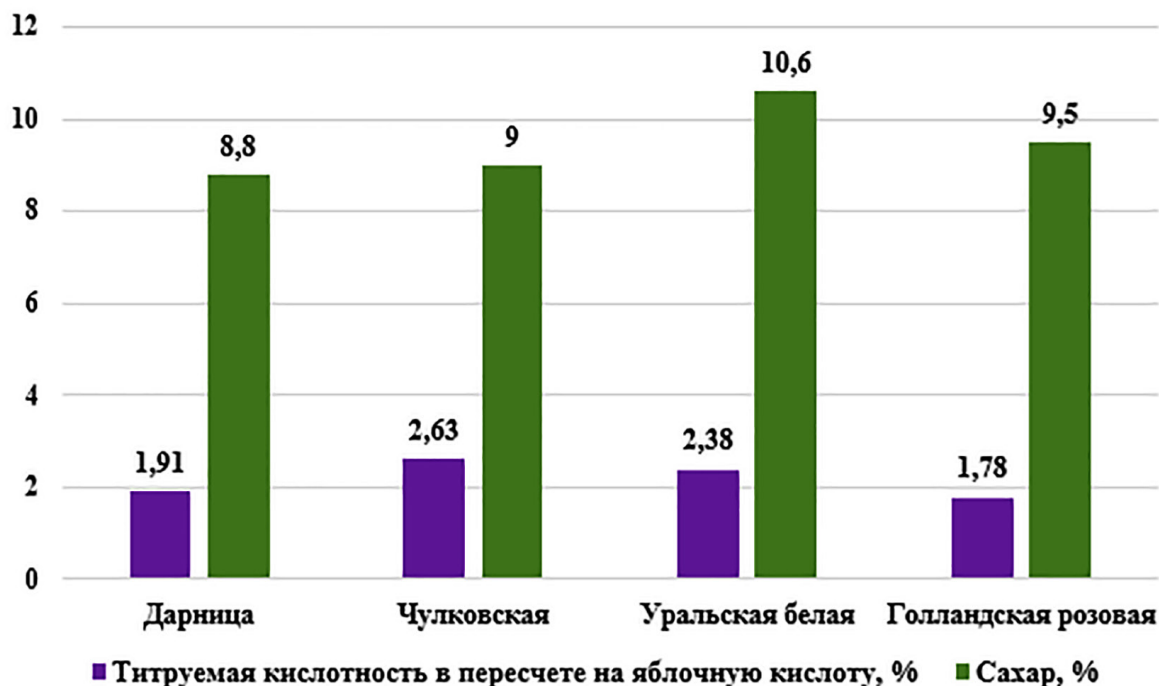


Рисунок 4 – Содержание сахара и титруемой кислотности в плодах смородины, %

большое содержание сахара – 9,5 %, но низкий показатель титруемой кислотности – 1,78 %, поэтому сахарокислотный коэффициент составляет 5,33.

Ягоды красной и белой смородины богаты минеральными веществами, такими, как соли калия, фосфора, кальция, соединения марганца, йод, кобальт, кремний [11]. Оценить содержание минеральных веществ можно по показателю зольности. Наибольшим содержанием минеральных веществ отличаются сорта Голландская розовая и Уральская белая, зольность у которых 0,77 и 0,63 % соответственно. Зольность ягод сорта Чулковская составляет 0,43 %. Наименьшее содержание минеральных веществ у сорта Дарница (зольность ягод составляет 0,19 %).

Важнейшим показателем качества ягод является показатель содержания сухих веществ [12]. Он является наимень-

шим у сорта Уральская белая – 14,77 %, и принимает наибольшее значение у сорта Чулковская – 27,53 %. У сортов Дарница и Голландская розовая содержание сухого вещества – 20,43 и 21,35 % соответственно.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных биохимических исследований трех сортов смородины красной и одного сорта смородины белой можно отметить, что смородина красная и белая обладают богатым химическим составом ягод.

Наибольшую ценность представляют аскорбиновая кислота, кислотность и сахара, которые определяют вкус ягод. С точки зрения низкой кислотности, высокого содержания сухих и минеральных веществ наиболее привлекательным является сорт красной смородины Голландская розовая.

Список источников

1. Глинщикова Ф. И. Огород, сад и виноградник в Приамурье. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2012. 280 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. М. : Росинформагротех, 2021. 719 с.
3. Макаркина М. А., Голяева О. Д. Селекция смородины красной *Ribes rubrum* L. на улучшенный химический состав ягод // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 3. С. 18–27.
4. Голяева О. Д., Панфилова О. В. Создание источников и доноров хозяйственно ценных признаков смородины красной // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (57). С. 29–36.
5. Красная смородина Дарница: описание, посадка и уход // Фермилон. URL: <https://fermilon.ru/sad-i-ogorod/kustarniki/krasnaya-smorodina-darnitsa-opisanie-posadka-i-uhod.html> (дата обращения: 20.09.2022).
6. Погода и климат. Архив // Погода и климат. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=31510> (дата обращения: 20.09.2022).
7. ГОСТ ISO 750–2013. Продукты переработки фруктов и овощей. Методы определения титруемой кислотности // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200106941> (дата обращения: 03.10.2022).
8. ГОСТ 28561–90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022798> (дата обращения: 03.10.2022).
9. ГОСТ 8756.13–87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022639> (дата обращения: 03.10.2022).

10. ГОСТ 24556–89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С // Техэксперт. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022765> (дата обращения: 03.10.2022).
11. Дулов М. И. Биохимический состав плодов // Наукосфера. 2022. № 3–2. С. 153–158.
12. Сазонова И. Д. Оценка сортов смородины красной по химическому составу плодов и качеству замороженной продукции // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 8–10.

References

1. Glinschikova F. I. *Sad, ogorod i vinogradnik v Priamur'e [The garden, orchard and vineyard in Priamurye]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2012, 280 p. (in Russ.).
2. *Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenij dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenij [State Register of breeding achievements approved for use. Volume 1. Plant varieties]*, Moskva, Rosinformagrotekh, 2021, 719 p. (in Russ.).
3. Makarkina M. A, Golyaeva O. D. Selekcija smorodiny krasnoj *Ribes rubrum* L. na uluchshennyj himicheskij sostav jagod [Selection of red currant *Ribes rubrum* L. for improved chemical composition of berries]. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – Agricultural Biology*, 2013; 3: 18–27 (in Russ.).
4. Golyaeva O. D., Panfilova O. V. Sozdanie istochnikov i donorov hozyajstvenno-cennyh priznakov smorodiny krasnoj [Creating sources and donors of economically valuable traits of red currants]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Vestnik of Oryol State Agrarian University*, 2015; 6; 57): 29–36 (in Russ.).
5. Krasnaya smorodina Darnitsa: opisanie, posadka i ukhod [Red currant Darnica: description, planting and care]. *Fermilon.ru* Retrieved from <https://fermilon.ru/sad-i-ogorod/kustarniki/krasnaya-smorodina-darnitsa-opisanie-posadka-i-uhod.html> (Accessed 20 September 2022) (in Russ.).
6. Pogoda i klimat. Arkhiv [Weather and climate. Archive]. *Pogodaiklimat.ru* Retrieved from <https://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=31510> (Accessed 20 September 2022) (in Russ.).
7. Produkty pererabotki fruktov i ovoshchei. Metody opredeleniya titruemoi kislotnosti [Fruit and vegetable processing products. Methods of determination of titratable acidity]. (2013). *HOST ISO 750–2013 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200106941> (Accessed 03 October 2022) (in Russ.).
8. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya sukhikh veshchestv ili vlagi [Fruit and vegetable products. Methods of determination of dry substance or moisture]. (1990). *HOST 28561–90 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200022798> (Accessed 03 October 2022) (in Russ.).
9. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya sakharov [Fruit and vegetable products. Methods of determination of sugars]. (1987). *HOST 8756.13–87 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200022639> (Accessed 03 October 2022) (in Russ.).
10. Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya vitamina S [Fruit and vegetable products. Methods of determination of vitamin C]. (1989). *HOST 24556–89 docs.cntd.ru* Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200022765> (Accessed 03 October 2022) (in Russ.).
11. Dulov M. I. Biohimicheskij sostav plodov [Biochemical composition of fruits]. *Naukosfera. – Naukosphere*, 2022; 3–2: 153–158. (in Russ.).

12. Sazonova I. D. Ocenka sortov smorodiny krasnoj po himicheskomu sostavu plodov i kachestvu zamorozhennoj produkcii [Evaluation of red currant varieties by chemical composition of fruits and quality of frozen products]. *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii.* – *Bulletin of Bryansk State Agricultural Academy*, 2015; 4: 8–10. (in Russ.).

© Платонова Т. П., Пакузина А. П., 2022

Статья поступила в редакцию 05.10.2022; одобрена после рецензирования 02.11.2022; принята к публикации 21.11.2022.

The article was submitted 05.10.2022; approved after reviewing 02.11.2022; accepted for publication 21.11.2022.

Информация об авторах

Платонова Татьяна Павловна, кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии, Амурский государственный университет, platonova.t00@mail.ru;

Пакузина Антонина Павловна, доктор химических наук, профессор кафедры экологии, почвоведения и агрохимии, Дальневосточный государственный аграрный университет, pakusina.a@yandex.ru

Information about the authors

Tatyana P. Platonova, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Amur State University, platonova.t00@mail.ru;

Antonina P. Pakusina, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Ecology, Soil Science and Agrochemistry, Far Eastern State Agrarian University, pakusina.a@yandex.ru

Научная статья

УДК 332.334

EDN TNLGXV

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_54

Особенности проведения классификации сельскохозяйственных земель Хабаровского края с использованием спутниковых данных

Алексей Сергеевич Степанов¹, Константин Николаевич Дубровин²,
Андрей Леонидович Верхотуров³, Татьяна Александровна Асеева⁴

^{1,4} Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Хабаровский край, Восточное, Россия

² Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук
Хабаровский край, Хабаровск, Россия

³ Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук
Хабаровский край, Хабаровск, Россия

¹ stepanfx@mail.ru, ² nobforward@gmail.com,

³ andrey@ccfebras.net, ⁴ aseeva59@mail.ru

Аннотация. В последнее время методы, основанные на обработке спутниковых изображений, часто используются для проведения мониторинга пахотных земель. Автоматизированная классификация земель сельскохозяйственного назначения с использованием данных дистанционного зондирования Земли позволяет сравнить заявленные севообороты с реальным состоянием, выявить неиспользуемые земли без дополнительных трудозатрат. Вместе с тем, точность моделей для классификации земель сельскохозяйственного назначения южной части Дальнего Востока, ниже, чем для традиционных сельскохозяйственных регионов России, что обусловлено, во-первых, особенностями вегетации сельскохозяйственных культур региона, а, во-вторых, недостаточно высоким качеством информации Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения. В работе представлено сравнение результатов классифицирования земель сельскохозяйственного назначения Хабаровского района общей площадью более 4 000 га с использованием контуров Единой федеральной информационной системы и соответствующей выборки полей с уточненными границами. Рассматривалась серия оптических снимков с разрешением десяти метров (Sentinel-2A/B) в период с апреля по октябрь 2021 года. Для каждого из пикселей были рассчитаны временные ряды значений Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Классификация проводилась методом квадратичного дискриминантного анализа; определялись 6 классов: соя, гречиха, залежь, пар, многолетние травы, овес. Было установлено, что общая точность при использовании Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения составила 83,1 %, с уточненными контурами полей – 94,1 %. Значения f_1 метрик для сои и залежи увеличились с 0,88 до 0,97, гречихи – с 0,70 до 0,93, пара – с 0,80 до 0,85, многолетних трав – с 0,32 до 0,70. Для уточнения границ полей может быть рекомендовано предварительное проведение классификации на основе контуров Единой федеральной информационной системы. В последующем выборка с уточненными границами будет использоваться для классификации с целью идентификации отдельных полей, проверки севооборотов и решения других задач цифрового земледелия.

Ключевые слова: классификация, земли сельскохозяйственного назначения, цифровое земледелие, индекс вегетации, Дальний Восток, машинное обучение, дистанционное зондирование

Благодарности: исследования проводились при поддержке гранта Министерства образования и науки Хабаровского края на реализацию проектов в 2022 году в области фундаментальных и технических наук (№ 88с/2022).

Для цитирования: Степанов А. С., Дубровин К. Н., Верхотуров А. Л., Асеева Т. А. Особенности проведения классификации сельскохозяйственных земель Хабаровского края с использованием спутниковых данных // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 54–62. doi: 10.22450/199996837_2022_4_54.

Original article

Classification features of the arable lands of Khabarovsk krai using satellite data**Alexey S. Stepanov¹, Konstantin N. Dubrovin²,****Andrey L. Verkhoturov³, Tatiana A. Aseeva⁴**^{1,4} Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk krai, Vostochnoe, Russia² Computing Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russia³ Mining Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Khabarovsk krai, Khabarovsk, Russia¹ stepanfx@mail.ru, ² nobforward@gmail.com,³ andrey@ccfebras.net, ⁴ aseeva59@mail.ru

Abstract. Recently, methods based on satellite image processing have often been used to monitor arable land. The automated classification of arable lands using remote sensing data of the Earth makes it possible to identify the declared crop rotations with the real state of affairs, to identify unused lands without labor-intensive trips. At the same time, the accuracy of the models for the classification of agricultural crops in the southern part of the Far East is lower than for traditional agricultural regions of Russia, which is due, firstly, to the peculiarities of the vegetation of agricultural crops in the region, and, secondly, to the insufficiently high quality of information from the Unified Federal Information System of agricultural crops. The paper presents a comparison of the results of the classification of the arable land of the Khabarovsk krai with a total area of more than 4,000 hectares using the contours of the Unified Federal Information System and the corresponding sample of fields with specified boundaries. A series of optical images with a resolution of 10 m (Sentinel-2A/B) was considered in the period from April to October 2021, time series of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) values were calculated for each of the pixels. Classification was carried out by the quadratic discriminant method, 6 classes were determined: soy, buckwheat, fallow, steam, perennial grasses, oats. It was found that the overall accuracy when using Unified Federal Information System of agricultural crops was 83.1 %, and with refined field contours – 94.1 %. The values of f_1 metrics for soybeans and deposits increased from 0.88 to 0.95, buckwheat – from 0.70 to 0.93, steam – from 0.80 to 0.85, perennial grasses – from 0.32 to 0.70. To clarify the contours of the fields, it may be recommended to conduct a preliminary classification based on the Unified Federal Information System of agricultural crops, in the future, a sample with specified boundaries will be used for classification in order to identify individual fields, check crop rotations and solve other problems of digital agriculture.

Keywords: classification, arable lands, digital farming, vegetation index, Far East, machine learning, remote sensing

Acknowledgments: the research was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of the Khabarovsk krai for the implementation of projects in 2022 in the field of fundamental and technical sciences (No. 88c/2022).

For citation: Stepanov A. S., Dubrovin K. N., Verkhoturov A. L., Aseeva T. A. Osobennosti provedeniya klassifikatsii sel'skokhozyaistvennykh zemel' Khabarovskogo kraya s ispol'zovaniem sputnikovyykh dannykh [Classification features of the arable lands of Khabarovsk krai using satellite data]. *Dal'nevostochnyj agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 54–62. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_54.

Введение. Решение задач, связанных с оценкой состояния посевов, прогнозированием урожайности, определением границ пахотных земель с использованием геоинформационных систем, основанных на обработке спутниковых изображений, в последнее время относят к области цифрового земледелия [1, 2].

Проведение автоматизированной классификации земель сельскохозяйственного назначения (ЗСН) с использованием данных дистанционного зондирования Земли позволяет сравнить заявленные севообороты с фактическими, выявить неиспользуемые земли без трудозатратных полевых выездов [3, 4]. Вместе с тем, точ-

ность моделей для классификации ЗСН южной части Дальнего Востока ниже, чем для традиционных сельскохозяйственных регионов России [5, 6], что обусловлено, во-первых, особенностями вегетации сельскохозяйственных культур региона, а, во-вторых, недостаточно высоким качеством данных Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) применительно к субъектам Дальневосточного федерального округа, в частности Хабаровскому краю.

Для классификации пахотных земель применяются разнообразные методы машинного обучения, в том числе Random Forest, Decision Tree Classifier, наивный байесовский классификатор, квадратичный дискриминантный анализ и т. д. [7, 8].

В качестве входных данных при классификации обычно используются значения оптических, реже радарных изображений, или индексы вегетации, в частности Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) и Enhanced Vegetation Index (EVI) [9–13]. График сезонного хода NDVI является основой для разделения пахотных земель, леса, травы в разработанных Институтом космических исследований РАН сервисах ВЕГА [14, 15].

Для разделения яровых и озимых культур, а также отдельных видов зерновых и зернобобовых в среде ВЕГА-PRO также используются значения NDVI, рассчитанные по снимкам высокого разрешения спутника Sentinel-2 [16]. Данные исследования были апробированы в западных регионах России. Вместе с тем отсутствуют комплексные исследования по идентификации и классификации сельскохозяйственных культур на Дальнем Востоке.

Таким образом, *целью исследования явилась оценка точности классификации пахотных земель Хабаровского края, базирующейся на данных Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения; оценка возможности использования классификатора для уточнения контуров полей, и сравнительная оценка точности классификации по уточненным данным.*

Материалы и методы исследования. Для выполнения исследования в

2021 г. получены контуры полей Хабаровского района из базы данных ЕФИС ЗСН. В качестве объекта исследования рассматривались 170 полей; была получена и верифицирована информация о севообороте.

Общая площадь полей составила около 3 600 га (по данным ЕФИС ЗСН). Все поля были отнесены к одному из шести классов: соя, гречиха, залежь, пар, многолетние травы, овес. В течение 2021 г. для отобранных полей производилось уточнение контуров с использованием данных наземных наблюдений, а также данных дистанционного зондирования Земли.

В период с мая по сентябрь 2021 г. со спутников Sentinel-2A/B были получены 23 снимка оптического диапазона с разрешением 10 м, наложена маска облачности и сформированы временные ряды NDVI для каждого пикселя. Значения NDVI определялись по формуле (1):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

RED – отражение в красной области спектра.

В обучающую выборку включались 70 % от общего числа пикселей, в тестовую – 30 %. Классификация проводилась методом квадратичного дискриминантного анализа (трехкратная кросс-валидация).

Для оценки качества классификации определялась общая точность (OA), а также точность (P), полнота (R) и f_1 метрика для каждого класса:

$$OA (\%) = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100, \quad (2)$$

$$P (\%) = \frac{TP}{TP + FP} \times 100, \quad (3)$$

$$R (\%) = \frac{TP}{TP + FN} \times 100, \quad (4)$$

$$f_1 = \frac{TP}{TP + \frac{FP + FN}{2}} \quad (5)$$

где TP – число пикселей, верно отнесенных к данному классу;

TN – число пикселей, верно отнесенных к другим классам;

FP – число пикселей, неверно отнесенных к данному классу;

FN – число пикселей данного класса, неверно отнесенных к другим классам.

Результаты исследований. По изображениям, полученным с Sentinel-2A/B, в период с мая по сентябрь 2021 г., для каждого пикселя, находившегося внутри границ отобранных полей ЕФИС ЗСН, а также внутри уточненных контуров, были рассчитаны значения NDVI. Общее число пикселей при уточнении границ полей уменьшилось с 368 000 до 253 000 (более чем на 30 %).

На рисунке 1 представлены примеры соответствия фактических границ полей контурам, указанным в ЕФИС ЗСН. На-

пример, поле на рисунке 1 а), заявленное как поле с соей, на самом деле последние несколько лет выглядело следующим образом: северо-западная и восточная части поля заросли сорной растительностью. Восточная часть поля на рисунке 1 б), а это более 50 % от общей площади, находилась в частично заболоченном состоянии на протяжении нескольких лет.

В целом, общая площадь исследуемых полей после корректировки составила 2 532 га (табл. 1). Больше всего несоответствий реальным границам было выявлено на полях с овсом и многолетними травами (фактическая площадь полей меньше на 48,4 и 64 % соответственно). Корректировки площади полей сои находились в пределах 32 %, гречихи – 20,5 %.



Рисунок 1 – Контурные поля по данным ЕФИС ЗСН (обводка красным цветом) и уточненным данным (обводка синим цветом)

Таблица 1 – Общая площадь исследуемых полей по данным ЕФИС ЗСН и уточненным данным

Класс	Площадь, га		Отклонение площади, %
	ЕФИС	уточненные контуры	
Соя	1 302,4	888,1	31,8
Гречиха	264,4	210,5	20,4
Залежь	1 542,1	1 020,1	33,8
Пар	407,8	348,4	14,6
Многолетние травы	123,5	44,4	64,0
Овес	40,2	20,7	48,4
Итого	3 680,4	2 532,2	31,2

Как следует из рисунка 2, результаты проведенной классификации могли служить для уточнения границ. Так, например, сравнение фактических контуров на рисунках 1 а) и рис. 1 б) с рисунками 2 а) и 2 б) показало, что совокупность пикселей основной культуры, произраставшей на поле, в частности, сои на рисунке 2 а) и многолетних трав (представленных тимофеевкой луговой) на рисунке 2 б), достаточно легко могут быть отделены от залежи. Контурные полей, созданные на основе анализа этих изображений, вполне соответствовали контурам, полученным в ходе наземных исследований.

Общая точность при проведении классификации на основе данных ЕФИС ЗСН составила 83,1 %, а по уточненным

контурам полей – 94,1 %. Значения f_1 метрики для сои и залежи при использовании ЕФИС ЗСН были равны 0,88, а гречихи и пара – 0,70 и 0,80, соответственно (табл. 2).

Как видно из рисунков 2 а) и 2 с), точность классификации сои действительно достаточно велика в уточненных границах, в то время как пиксели на поле с гречихой (рис. 2 d) и тимофеевкой (рис. 2 б) не демонстрировали высокой однородности в новых контурах. При этом классификатор по временным рядам NDVI для большинства полей достаточно четко позволил очертить контур произрастания основной культуры и сравнить полученные границы с результатами наземных наблюдений.

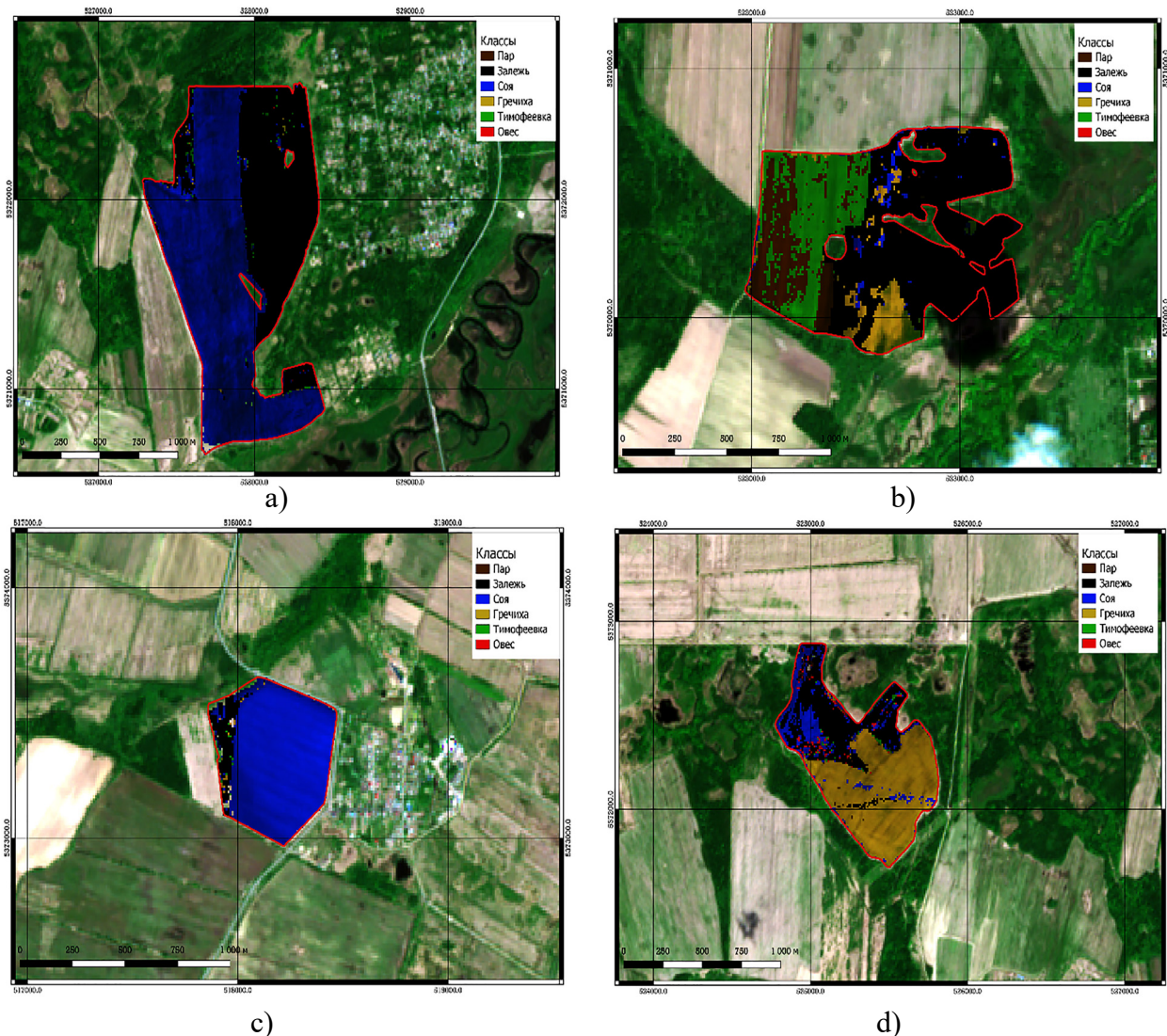


Рисунок 2 – Результаты проведенной классификации на основе данных для некоторых полей Хабаровского края

Таблица 2 – Оценка точности классификации на основе данных ЕФИС ЗСН

Класс	Метрики		
	$P, \%$	$R, \%$	F_1
Соя	91,2	84,5	0,88
Гречиха	63,6	76,8	0,70
Залежь	85,7	89,5	0,88
Пар	76,1	84,5	0,80
Многолетние травы	46,1	24,9	0,32
Овес	0,1	0,1	0,00

Результаты классификации, выполненной на основе уточненных контуров, представлены в таблице 3.

Как видно, значения f_1 увеличились до 0,97 для сои и залежи, для гречихи – до 0,93. Необходимо отметить, что корректировка границ поспособствовала достаточно хорошим результатам распознавания класса многолетних трав. Точность увеличилась практически в 2 раза – до 82,5 %, значение полноты превысило 60 %, а f_1 составило 0,70.

Вместе с тем точность определения овса на основе уточненных данных, хоть и достигла уровня 43 %, все равно являлась неудовлетворительной. Связано это с малым объемом посевных площадей овса, включенным в выборку; особенностями вегетации разных сортов овса; подсевом многолетних трав. Для решения этой проблемы в дальнейшем будут включены дополнительные поля с овсом в обучающую выборку и рассмотрено разделение класса «овес» на подклассы.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало, что су-

ществующие контуры пахотных земель Хабаровского края, представленные в Единой федеральной информационной системе земель сельскохозяйственного назначения, не соответствовали фактическим.

Классификатор на основе квадратичного дискриминантного анализа позволил уточнить границы сельскохозяйственных полей, при этом общая точность при использовании Единой федеральной информационной системы составила 83,1 %, а с уточненными контурами полей – 94,1 %. Значения f_1 метрик для сои и залежи увеличились с 0,88 до 0,97, гречихи – с 0,70 до 0,93, пара – с 0,80 до 0,85, многолетних трав – с 0,32 до 0,70.

В целом, предложенный подход к классификации позволяет использовать метод квадратичного дискриминантного анализа для корректировки контуров полей, а применение классификатора к уточненным данным может быть использовано для контролирования севооборотов, идентификации посевов на отдельных полях и решения прочих задач из области цифрового земледелия.

Таблица 3 – Оценка точности классификации на основе уточненных данных

Класс	Метрики		
	$P, \%$	$R, \%$	F_1
Соя	95,9	99,0	0,97
Гречиха	91,5	94,2	0,93
Залежь	98,6	94,7	0,97
Пар	81,1	88,7	0,85
Многолетние травы	82,5	60,3	0,70
Овес	43,4	10,6	0,17

Список источников

1. Цифровое земледелие / А. Л. Иванов, И. С. Козубенко, И. Ю. Савин, В. И. Кирюшин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5. С. 4–9.
2. Состояние цифровой трансформации сельского хозяйства / В. Е. Ториков, В. А. Погоньшев, Д. А. Погоньшева, Г. Е. Дорных // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 9. С. 6–13.
3. Сергеева О. С. Применение геоинформационных технологий для повышения эффективности земельного надзора // Географический вестник. 2019. № 4 (51). С. 154–162.
4. Арзамасцева Н. В., Прохорова Н. В., Хамидова Л. Л. Проблема достоверности и полноты информации о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 3. С. 119–128.
5. Автоматическое распознавание используемых пахотных земель на основе сезонных временных серий восстановленных изображений Landsat / Д. Е. Плотников, П. А. Колбудаев, С. А. Барталев, Е. А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 112–127.
6. Миклашевич Т. С., Барталев С. А., Плотников Д. Е. Интерполяционный алгоритм восстановления длинных временных рядов данных спутниковых наблюдений растительного покрова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 6. С. 143–154.
7. Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве / Е. А. Скворцов, В. И. Набоков, К. В. Некрасов [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 91–97.
8. Griffiths P., Nendel C., Hostert P. Intra-annual reflectance composites from Sentinel-2 and Landsat for national-scale crop and land cover mapping // Remote Sensing of Environment. 2019. Vol. 220. P. 135–151.
9. Crop yield estimation using time-series MODIS data and the effects of cropland masks in Ontario, Canada / Liu J., Shang J., Qian B., Huffman T. // Remote Sensing. 2019. Vol. 11. P. 2419.
10. Zhang H., Kang J., Xu X. Accessing the temporal and spectral features in crop type mapping using multi-temporal Sentinel-2 imagery: A case study of Yi'an County, Heilongjiang province, China // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 176. P. 105618.
11. Hao P., Tang H., Cheng Z. Early-season crop type mapping using 30-m reference time series // Journal of Integrative Agriculture. 2020. Vol. 19. P. 1897–1911.
12. A machine learning approach for accurate crop type mapping using combined SAR and optical time series data / R. Tufail, A. Ahmad, M. Javed, S. R. Ahmad // Advances in Space Research. 2021. Vol. 69. P. 331–346.
13. Large-scale crop mapping from multi-source optical satellite imageries using machine learning with discrete grids / S. Yan, X. Yao, D. Zhu, D. Liu // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2021. Vol. 103. P. 102485.
14. Спутниковый сервис мониторинга состояния растительности («ВЕГА») / Е. А. Лупян, И. Ю. Савин, С. А. Барталев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 1. С. 190–198.
15. Лупян Е. А., Барталев С. А., Толпин В. А. Использование спутникового сервиса ВЕГА в региональных системах дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2014. Т. 11. № 3. С. 215–232.
16. Tolpin V., Loupian E., Bartalev S. Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the «VEGA» satellite service // Atmospheric and Oceanic Optics. 2014. Vol. 27. P. 581–586.

References

1. Ivanov A. L., Kozubenko I. S., Savin I. Yu., Kiryushin V. I. Tsifrovoe zemledelie [Digital farming]. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. – Bulletin of the Russian Agricultural Science*, 2018; 5: 4–9 (in Russ.).

2. Torikov V. E., Pogonyshev V. A., Pogonysheva D. A., Dornyykh G. E. Sostoyanie tsifrovoi transformatsii sel'skogo khozyaistva [State of digital transformation of agriculture]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2020; 9: 6–13 (in Russ.).

3. Sergeeva O. S. Primenenie geoinformatsionnykh tekhnologii dlya povysheniya effektivnosti zemel'nogo nadzora [The application of geo-information technologies to increase the effectiveness of land supervision]. *Geograficheskiy vestnik. – Geographical bulletin*, 2019; 4: 154–162 (in Russ.).

4. Arzamastseva N. V., Prokhorova N. V., Khamidova L. L. Problema dostovernosti i polnoty informatsii o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [Problem of the accuracy and completeness of information on the status and use of agricultural lands]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2021; 3: 119–128 (in Russ.).

5. Plotnikov D. E., Kolbudaev P. A., Bartalev S. A., Lupyan E. A. Avtomaticheskoe raspoznavanie ispol'zuemykh pakhotnykh zemel' na osnove sezonnykh vremennykh serii vosstanovlennykh izobrazhenii Landsat [Automated annual cropland mapping from reconstructed time series of Landsat data]. *Sovremennye problem distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 2018; 15; 2: 112–127 (in Russ.).

6. Miklashevich T. S., Bartalev S. A., Plotnikov D. E. Interpolyatsionnyi algoritm vosstanovleniya dlinnykh vremennykh ryadov dannykh sputnikovykh nablyudenii rastitel'nogo pokrova [Interpolation algorithm for the recovery of long satellite data time series of vegetation cover observation]. *Sovremennye problem distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 2019; 16; 6: 143–154 (in Russ.).

7. Skvortsov E. A., Nabokov V. I., Nekrasov K. V., Skvortsova E. G., Krotov M. I. Primenenie tekhnologii iskusstvennogo intellekta v sel'skom khozyaistve [Application of technologies of artificial intelligence in agriculture]. *Agrarnyi vestnik Urala. – Agrarian Bulletin of the Urals*, 2019; 8: 91–97 (in Russ.).

8. Griffiths P., Nendel C., Hostert P. Intra-annual reflectance composites from Sentinel-2 and Landsat for national-scale crop and land cover mapping. *Remote Sensing of Environment*, 2019; 220: 135–151.

9. Liu J., Shang J., Qian B., Huffman T. Crop yield estimation using time-series MODIS data and the effects of cropland masks in Ontario, Canada. *Remote Sensing*, 2019; 11: 2419.

10. Zhang H., Kang J., Xu X. Accessing the temporal and spectral features in crop type mapping using multi-temporal Sentinel-2 imagery: A case study of Yi'an County, Heilongjiang province, China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2020; 176: 105618.

11. Hao P., Tang H., Cheng Z. Early-season crop type mapping using 30-m reference time series. *Journal of Integrative Agriculture*, 2020; 19: 1897–1911.

12. Tufail R., Ahmad A., Javed M., Ahmad S. R. A machine learning approach for accurate crop type mapping using combined SAR and optical time series data. *Advances in Space Research*, 2021; 69: 331–346.

13. Yan S., Yao X., Zhu D., Liu D. Large-scale crop mapping from multi-source optical satellite imageries using machine learning with discrete grids. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2021; 103: 102485.

14. Loupian E. A., Savin I. Yu., Bartalev S. A., Tolpin V. A., Balashov I. V., Plotnikov D. E. Sputnikovyi servis monitoringa sostoyaniya rastitel'nosti ("VEGA") [Satellite service of monitoring of the vegetation state ("VEGA")]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa. – Modern problems of remote sensing of the Earth from space*, 2011; 8; 1: 190–198 (in Russ.).

15. Loupian E. A., Bartalev S. A., Tolpin V. A. Ispol'zovanie sputnikovogo servisa VEGA v regional'nykh sistemakh distantsionnogo monitoringa [The use of VEGA satellite service in regional remote monitoring systems]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya*

Zemli iz kosmosa. – Modern problems of remote sensing of the Earth from space, 2014; 11; 3: 215–232 (in Russ.).

16. Tolpin V., Loupian E., Bartalev S. Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the "VEGA" satellite service. *Atmospheric and Oceanic Optics*, 2014; 27: 581–586.

© Степанов А. С., Дубровин К. Н., Верхотуров А. Л., Асеева Т. А., 2022

Статья поступила в редакцию 01.11.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 01.11.2022; approved after reviewing 28.11.2022; accepted for publication 12.12.2022.

Информация об авторах

Степанов Алексей Сергеевич, доктор фармацевтических наук, ведущий научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, stepanfx@mail.ru;

Дубровин Константин Николаевич, младший научный сотрудник, Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, nobforward@gmail.com;

Верхотуров Андрей Леонидович, старший научный сотрудник, Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, andrey@ccfebras.net;

Асеева Татьяна Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, aseeva59@mail.ru

Information about authors

Alexey S. Stepanov, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Leading Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, stepanfx@mail.ru;

Konstantin N. Dubrovin, Junior Researcher, Computing Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, nobforward@gmail.com;

Andrey L. Verkhoturov, Senior Researcher, Mining Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, andrey@ccfebras.net;

Tatiana A. Aseeva, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Agricultural Research Institute, aseeva59@mail.ru

Научная статья

УДК 635.21:631.52(571.65)

EDN TVLQSC

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_63

Специфика картофелеводства Магаданской области

Яна Дмитриевна Фандеева¹, Галина Васильевна Тищенко²

^{1,2} Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Магаданская область, Магадан, Россия

^{1,2} agrarian@maglan.ru

Аннотация. Товарное производство картофеля в Магаданской области сосредоточено в прибрежной зоне Охотского моря, характеризующейся коротким вегетационным периодом, недостатком тепла, ранними осенними заморозками. Основная доля производства картофеля сконцентрирована в крестьянско-фермерских хозяйствах и в личных подсобных хозяйствах. Низкий уровень урожайности является следствием использования для посадки клубней картофеля, слабо адаптированных к экстремальным условиям Севера Дальнего Востока, а также нарушения технологии возделывания. Невысокая численность населения области и, как следствие, невысокие объемы потребления, позволяют полностью обеспечить регион продукцией собственного производства. Для этого необходима разработка новых современных технологий возделывания и внедрение сортов, адаптированных к местным природно-климатическим особенностям. Перспективным направлением технологии производства картофеля является использование местных биоресурсов, таких как отходы рыбной промышленности, ламинария, морская вода и т. д., в качестве удобрений и стимуляторов роста. Являясь быстро возобновляемыми ресурсами, они позволяют значительно сократить объем завозимых минеральных удобрений и повысить рентабельность картофелеводства. На базе Магаданского научно-исследовательского института сельского хозяйства совместно со Всероссийским научно-исследовательским институтом картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха получены новые сорта картофеля, адаптированные к местным почвенно-климатическим условиям произрастания, такие как Арктика, Колымский, Зоя. Данные сорта являются высокоурожайными, конкурентоспособными и, главное, устойчивыми к основным заболеваниям, распространенным в регионе. Внедрение их в производство позволяет обеспечить стабильный рост производства картофеля, снизить затраты на борьбу с болезнями, и при соблюдении современных технологий возделывания получать гарантированно высокие урожаи.

Ключевые слова: картофель, сорт, технология возделывания, природно-климатические условия, Магаданская область

Для цитирования: Фандеева Я. Д., Тищенко Г. В. Специфика картофелеводства Магаданской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 63–69. doi: 10.22450/199996837_2022_4_63.

Original article

The specifics of potato growing in the Magadan region

Yana D. Fandeeva¹, Galina V. Tishchenko²

^{1,2} Magadan Research Institute of Agriculture, Magadan region, Magadan, Russia

^{1,2} agrarian@maglan.ru

Abstract. Commercial potato production in the Magadan region is concentrated in the coastal zone of the Sea of Okhotsk, characterized by a short growing season, lack of heat, and early autumn frosts. The main share of potato production is concentrated in peasant farms and private

subsidiary farms. The low level of yield during the growing season is a consequence of the use of potato seeds for planting, poorly adapted to the extreme conditions of the North of the Far East, as well as a violation of cultivation technology. The low population of the region, and, as a result, low consumption volumes, makes it possible to fully provide the region with products of its own production. This requires the development of new modern cultivation technologies and the introduction of varieties adapted to local climatic features. A promising direction of potato production technology is the use of local biological resources, such as waste from the fishing industry, kelp, sea water, etc. as fertilizers and growth stimulants. Being rapidly renewable resources, they can significantly reduce the volume of imported mineral fertilizers and increase the profitability of potato growing. New potato varieties adapted to the local soil and climatic conditions of growth, such as Arktika, Kolymskii, Zoya, were obtained on the basis of the Magadan Research Institute of Agriculture. These varieties are high-yielding, competitive, and, most importantly, resistant to the main diseases common in the region. Their introduction into production makes it possible to ensure a stable growth in potato production, reduce the cost of disease control and, subject to modern cultivation technologies, obtain guaranteed high yields.

Keywords: potato, variety, cultivation technology, natural and climatic conditions, Magadan region

For citation: Fandeeva Ya. D., Tishchenko G. V. Spetsifika kartofelevodstva Magadanskoj oblasti [The specifics of potato growing in the Magadan region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 63–69. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_63.

Формирование отечественного картофелеводства – одно из приоритетных направлений в аграрной политике Правительства Российской Федерации. Россия занимает третью позицию в мире по валовому сбору картофеля. При этом существует высокая потребность в семенном картофеле, так как зависимость от импортной селекции составляет 65 % [1].

Животрепещущим вопросом остается развитие регионального растениеводства для снижения зависимости внутреннего рынка от импортной продукции. Например, для полного обеспечения населения Магаданской области картофелем местного производства ежегодно необходимо выращивать не менее 13 тыс. тонн. Данный объем картофеля вполне можно производить в пределах Магаданской области, то есть перейти на самообеспечение. Для этого нужно внедрять в производство как новые перспективные сорта, так и применять современные технологии, учитывающие особенности климата и условия произрастания сельскохозяйственных культур.

Сельскохозяйственное производство в Магаданской области сопряжено с рядом критических факторов, которые невозможно контролировать. В первую очередь, это дефицит тепла и короткий вегетационный период. Ключевым фактором, влияющим на продуктивность картофеля, является фактор тепла.

Основные картофелеводческие посадки сосредоточены в Прихотской зоне Магаданской области, где сумма среднесуточных температур выше 5 °С с их продолжительностью за весну, лето и осень (100–120 дней) составляет только 900–1300 °С, а выше 10 °С – 700–950 °С. Безморозный период длится от 52 до 111 дней, сумма осадков за вегетацию – 190–250 мм. Несмотря на требования определенного агроклиматического комплекса, картофель способен под воздействием специфических почвенно-климатических условий быстро адаптироваться, что объясняется его высокой пластичностью [2, 3].

В условиях Севера Дальнего Востока средняя температура в период от посадки до всходов составляет 5–7 °С, или почти в три раза ниже, чем в центральных областях России. Но посадка картофеля здесь производится даже в тех случаях, когда температура почвы на глубине 10–12 см не превышает 3 °С. Многолетняя практика свидетельствует, что посадка картофеля в ранние сроки (до 30 мая) в северных условиях дает наивысший урожай. Задержка с посадкой на 10–12 дней приводит к снижению урожая более чем в два раза.

Дефицит тепла влияет на биологическую активность почв, затрудняет усвоение питательных веществ, приводит к снижению содержания крахмала в клубнях.

В клубнях большинства сортов картофеля, выращиваемых на Севере, содержание крахмала снижено на 1,5–2,5 %. Связано это не только с неполным вызреванием клубней слабо адаптированных к данным условиям среды сортов, но и с тем, что длинный световой день в период клубнеобразования сдерживает накопление крахмала [3–6].

Недостаток тепла и ранние осенние заморозки вызывают необходимость применения особых агротехнических приемов. Мощным средством повышения урожайности картофеля в северных широтах является световая яровизация клубней в течение 40–45 дней. Клубни во время яровизации переходят из состояния покоя в состояние готовности к развитию, у них образуются ростки. При посадке таких клубней всходы бывают более дружные, появляются на 10–12 дней раньше обычного; кусты мощные, многостебельные; раньше наступает и клубнеобразование; увеличиваются урожайность и товарность клубней [6–8].

В представленной зональной технологии возделывания картофеля (рис. 1)

рассматривается комплекс всех необходимых мероприятий, обеспечивающих стабильную урожайность вне зависимости от абиотических факторов в условиях Магаданской области. Следует отметить, что несвоевременное выполнение одного из элемента технологии повышает риск недобора урожая. Так в последние пять лет урожайность в области колеблется от 8 до 12 т/га [9], а может достигать 20–37 т/га.

Снижение плодородия и повышение засоленности почвы в земледельческих зонах области вызывает беспокойство у ученых, что заставляет искать альтернативные варианты ввозным удобрениям из-за их дороговизны и проблем с логистикой. Решением этой проблемы является использование сырьевых аборигенных ресурсов Северо-Востока, способных к повышению урожайности и качества картофеля: рыбные туки (лососевые, камбаловые, тресковые, разнорыбца в дозе 0,1–30,2 т/га) [10, 11]; сидераты и вытяжки на основе морских водорослей [12, 13]; природные мелиоранты [14], а также использование ресурсов непосредственно на предпосадочной обработке клубней (по-



Рисунок 1 – Зональная технология возделывания картофеля

рошком ягеля и выдерживание в морской воде) [15].

Превосходством сырьевых аборигенных ресурсов можно считать невысокую стоимость, доступность, экологичность и способность активизировать защитные механизмы в растениях к стрессовым ситуациям в экстремальных условиях произрастания. Очень важным является то, что это возобновляемые ресурсы, и изъятие их из природы в разумных пределах не приносит экологического ущерба.

Первоочередная роль отводится высокопродуктивным сортам, пригодным к возделыванию в суровых почвенно-климатических условиях Магаданской области, адаптированных к негативному воздействию биотической и абиотической природы. На территории области много лет возделывались преимущественно сорта

зарубежной селекции (Гала, Ред Скарлет, Розара и др.). Только недавно ситуация стала меняться, когда в крестьянско-фермерских хозяйствах стали применять конкурентоспособные сорта отечественной селекции. На рисунках 2–4 нами представлены сорта картофеля местной селекции, полученные в Магаданском научно-исследовательском институте сельского хозяйства и Всероссийском научно-исследовательском институте картофельного хозяйства имени А. Г. Лорха.

Таким образом, для увеличения производства товарного картофеля в объемах, необходимых для населения области, нужно четко соблюдать систему агротехнических и организационных мероприятий, а также полностью перейти на посадки районированными сортами местной селекции.



раннеспелый;
урожайность от 17 до 37 т/га;
клубень удлиненной формы
с мелкими глазками;
крахмал – 11,2–12,0 %;
товарность – 82–91 %;
лежкость – 98 %

Рисунок 2 – Сорт Колымский



среднеранний;
урожайность от 17 до 39 т/га;
клубень овально-округлый
с мелкими глазками;
крахмал – 12,5 %;
товарность – 83–97 %;
лежкость – 94 %

Рисунок 3 – Сорт Арктика



среднеранний; урожайность от 17 до 38 т/га;
клубень овально-округлый с мелкими глазками;
крахмал – 13,9 %; товарность – 83 %; лежкость – 96 %

Рисунок 4 – Сорт Зоя

Список источников

1. Шокурова Е. В 2022 году урожай картофеля в России может увеличиться // Агроинвестор. URL: <https://www.agroinvestor.ru> (дата обращения: 03.09.2022).
2. Хлыновская Н. И. Агроклиматические основы сельскохозяйственного производства Севера. Л. : Гидрометеиздат, 1982. 120 с.
3. Система земледелия Магаданской области / А. С. Акиншин, И. К. Антипов, Б. В. Гарбарец [и др.]. Магадан : Магаданское книжное издательство, 1983. 174 с.
4. Перлов В. Л., Домрачева Е. П. Производственное сортоиспытание картофеля в Тайской долине // Труды Магаданского зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства. 1979. Вып. VIII. С. 88–90.
5. Бондарец Р. Г. Итоги сортоиспытания картофеля в Магаданской области // Развитие земледелия на Северо-Востоке страны : сб. науч. трудов. Новосибирск : Сибирское отделение Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, 1984. С. 74–78.
6. Черкашина Е. М. Способы хранения-проращивания и урожайность картофеля // Сельское хозяйство Севера на рубеже тысячелетий : сб. науч. тр. Магадан : Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2004. С. 139–143.
7. Сайтбурханов Ш. Л. Картофелеводство на Севере. М. : Россельхозиздат, 1988. 62 с.
8. Hunnius W. Zur Anbau und Erntetechnikim Stärke // Kartoffellbau. 1967. No. 5.
9. Сельское хозяйство Магаданской области : статистический сборник. Магадан, 2021. 52 с.
10. Башкин Е. Л. Картофель на Дальнем Востоке. Хабаровск : Хабаровское книжное издательство, 1957. 262 с.

11. Старостин Е. А. Картофель на Дальнем Востоке. Владивосток : Дальгиз, 1947. 132 с.
12. Ключкова Н. Г., Березовская В. А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. Владивосток ; Петропавловск-Камчатский : Дальнаука, 1997. 155 с.
13. Ключкова Т. А., Дахно О. А., Дахно Т. Г. Влияние экстрактов водорослей на раннее развитие земляники садовой в условиях Камчатки // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019. № 48. С. 78–89.
14. Иванова О. Г., Пугачёв А. А. Агрехимические основы оптимизации плодородия почв Севера Дальнего Востока. Магадан : Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 2006. 90 с.
15. Фандеева Я. Д., Щегорев О. В. Повышение качества и урожайности картофеля в Магаданской области // Аграрная наука. 2015. № 7. С. 14–16.

References

1. Shokurova E. V 2022 godu urozhai kartofelya v Rossii mozhет uvelichit'sya [In 2022, the potato harvest in Russia may increase]. *Agroinvestor.ru* Retrieved from <https://www.agroinvestor.ru> (Accessed 03 September 2022) (in Russ.).
2. Khlynovskaya N. I. *Agroklimaticheskie osnovy sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva Severa [Agro-climatic bases of agricultural production of the North]*, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1982, 120 p. (in Russ.).
3. Akishin A. S., Antipov I. K., Garbarets B. V. [et al.]. *Sistema zemledeliya Magadanskoi oblasti [The system of agriculture of the Magadan region]*, Magadan, Magadanskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1983, 174 p. (in Russ.).
4. Perlov V. L., Domracheva E. P. Proizvodstvennoe sortoispytanie kartofelya v Tauiskoi doline [Production variety testing of potatoes in the Tauiskaya Valley]. *Trudy Magadanskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo hozyajstva. – Proceedings of the Magadan Zonal Research Institute of Agriculture*, 1979; VIII: 88–90 (in Russ.).
5. Bondarets R. G. Itogi sortoispytaniya kartofelya v Magadanskoi oblasti [Results of potato variety testing in the Magadan region]. *Proceedings from Razvitie zemledeliya na Severo-Vostoke strany – Development of agriculture in the North-East of the country.* (PP. 74–48), Novosibirsk, Sibirskoe otdelenie Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, 1984 (in Russ.).
6. Cherkashina E. M. Sposoby khraneniya-prorashchivaniya i urozhainost' kartofelya [Storage methods-germination and potato yield]. *Proceedings from Sel'skoe khozyaistvo Severa na rubezhe tysyacheletii – Agriculture of the North at the turn of the millennium.* (PP. 139–143), Magadan, Magadanskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva, 2004, (in Russ.).
7. Saitburkhanov Sh. L. *Kartofelevodstvo na Severe [Potato growing in the North]*, Moskva, Rossel'khozizdat, 1988, 62 p. (in Russ.).
8. Hunnius W. Zur Anbau und Erntetechnik im Stärke. Kartoffellbau, 1967; 5 (in Deutch.).
9. *Sel'skoe khozyaistvo Magadanskoi oblasti: statisticheskij sbornik [Agriculture of the Magadan region: statistical collection]*, Magadan, 2021, 52 p. (in Russ.).
10. Bashkin E. L. *Kartofel' na Dal'nem Vostoke [Potatoes in the Far East]*, Khabarovsk, Khabarovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1957, 262 p. (in Russ.).
11. Starostin E. A. *Kartofel' na Dal'nem Vostoke (Potatoes in the Far East)*, Vladivostok, Dal'giz, 1947, 132 p. (in Russ.).
12. Klochkova N. G., Berzovskaya V. A. *Vodorosli kamchatskogo shel'fa. Rasprostranenie, biologiya, khimicheskii sostav [Algae of the Kamchatka shelf. Distribution, biology, chemical composition]*, Vladivostok, Petropavlovsk-Kamchatskii, Dal'nauka, 1997, 155 p. (in Russ.).
13. Klochkova T. A., Dakhno O. A., Dakhno T. G. Vliyanie ekstraktov vodoroslei na rannee razvitie zemlyaniki sadovoi v usloviyakh Kamchatki [The influence of algae extracts on the early development of strawberries in Kamchatka]. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo*

tekhnicheskogo universiteta. – Bulletin of Kamchatka State Technical University, 2019; 48: 78–89 (in Russ.).

14. Ivanova O. G., Pugachev A. A. *Agrokhimicheskie osnovy optimizatsii plodorodiya pochv Severa Dal'nego Vostoka [Agrochemical bases of soil fertility optimization in the North of the Far East]*, Magadan, Magadanskiy nauchno-issledovatel'skiy institut sel'skogo hozyajstva, 2006, 90 p. (in Russ.).

15. Fandeeva Ya. D., Shchegorets O. V. *Povyshenie kachestva i urozhainosti kartofelya v Magadanskoj oblasti [Improving the quality and yield of potatoes in the Magadan region]. Agrarnaya nauka. – Agrarian Science, 2015; 7: 14–16 (in Russ.).*

© Фандеева Я. Д., Тищенко Г. В., 2022

Статья поступила в редакцию 23.08.2022; одобрена после рецензирования 16.10.2022; принята к публикации 22.11.2022.

The article was submitted 23.08.2022; approved after reviewing 16.10.2022; accepted for publication 22.11.2022.

Информация об авторах

Фандеева Яна Дмитриевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела фундаментальных, приоритетных прикладных исследований и инновационных разработок, Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, agrarian@maglan.ru;

Тищенко Галина Васильевна, старший научный сотрудник отдела фундаментальных, приоритетных прикладных исследований и инновационных разработок, Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, agrarian@maglan.ru

Information about the authors

Yana D. Fandeeva, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Department of Fundamental, Priority Applied Research and Innovative Developments, Magadan Research Institute of Agriculture, agrarian@maglan.ru;

Galina V. Tishchenko, Senior Researcher of the Department of Fundamental, Priority Applied Research and Innovative Developments, Magadan Research Institute of Agriculture, agrarian@maglan.ru

Научная статья

УДК 633.853.52:635.521

EDN UDTFNN

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_70

Этапы создания и характеристика нового скороспелого сорта сои Золотница

Евгения Михайловна Фокина¹, Дина Раисовна Разанцевей²

^{1,2} Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»
Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ fem@vniisoi.ru, ² rdr@vniisoi.ru

Аннотация. В настоящее время весьма актуальным является создание новых высокоурожайных сортов сои для определенного региона возделывания. Цель исследований – создание нового скороспелого сорта сои, с повышенной продуктивностью, устойчивостью к болезнетворным патогенам и высокой адаптационной способностью к сложным природно-климатическим условиям дальневосточного региона. Исследования проводились в 2009–2018 гг. в полевом севообороте Всероссийского научно-исследовательского института сои. В процессе работы был создан новый скороспелый сорт сои Золотница, с периодом вегетации 106–107 дней, потенциальной урожайностью 3,34 ц/га, названный в память о выдающемся селекционере В. А. Золотницком – основателе селекционной работы в Приамурье. Новый сорт сои Золотница (селекционный номер Амурская 2425) создавали в течение 10 лет, традиционными методами селекции. Исходный материал был получен путем внутривидовой гибридизации образцов сои амурской и канадской селекций, с последующим многократным индивидуальным отбором. Скрещивание проводили в 2009 г. В период 2010–2013 гг. гибридный материал изучали в питомниках F₁...F₄ поколений. Константная линия с устойчивыми наследственными признаками была выделена в 2014 г. в питомнике гибридов F₅. В 2015 г. константную форму изучали в контрольном питомнике. Анализ образца в конкурсном сортоиспытании – 2016–2018 гг. Испытание на государственных сортоучастках проводили в 2019–2020 гг. в различных почвенно-климатических зонах дальневосточного региона. В 2021 г. сорт был включен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации для использования в производстве (патент № 11592 от 15.04.2021).

Ключевые слова: селекция, сорт, соя, продуктивность, хозяйственно ценные признаки, адаптивность, болезни сои, дальневосточный регион, Амурская область

Для цитирования: Фокина Е. М., Разанцевей Д. Р. Этапы создания и характеристика нового скороспелого сорта сои Золотница // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 70–77. doi: 10.22450/199996837_2022_4_70.

Original article

Stages of creating and characteristics of a new early-ripening soybean variety Zolotnitsa

Evgeniya M. Fokina¹, Dina R. Razantsvey²

^{1,2} Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean"

Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ fem@vniisoi.ru, ² rdr@vniisoi.ru

Abstract. Currently, creating new high-yielding varieties for a certain cultivation region is of immediate interest. The purpose of the research is to create a new early-ripening soybean variety with increased productivity, resistance to pathogens and high adaptive ability to severe natural and climatic conditions of the Far East region. The research was performed in 2009–2018 in the field crop rotation of the All-Russian Research Institute of Soybean. In the process of work, a new early-ripening soybean variety "Zolotnitsa" with growing season of 106–107 days and crop yield

of 3,34 t/ha, was created, named in memory of the outstanding plant breeder V. A. Zolotnitsky, the founder of breeding in the Amur River region. A new soybean variety Zolotnitsa (breeding number Amurskaya 2425) was created for 10 years with the use of traditional breeding methods. Initial material was obtained by intraspecific hybridization of Amur and Canadian soybean samples, followed by multiple individual selection. Crossing was carried out in 2009. In 2010–2013, hybrid material was studied in the nurseries of F_1 – F_4 generations. A constant line with stable hereditary features was isolated in 2014 in the nursery of F_5 hybrids. In 2015, the constant form was studied in the check nursery. The sample analysis in competitive variety trial was carried out in 2016–2018. Testing on state variety test plots was performed in 2019–2020 in various soil and climatic zones of the Far East region. In 2021, this variety was included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation for use in production (patent No. 11592 dated 15.04.2021).

Keywords: selection, variety, soybean, productivity, agronomic characters, adaptability, soybean diseases, Far East region, Amur region

For citation: Fokina E. M., Razantsvey D. R. Etapy sozdaniya i kharakteristika novogo skorospelogo sorta soi Zolotnitsa [Stages of creating and characteristics of a new early-ripening soy-bean variety Zolotnitsa]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 70–77. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_70.

Введение. Сою (*Glycine max* (L.) Merrill) по праву считают основной зернобобовой культурой в мировой экономике. Уникальный биохимический состав, технологичность производства, универсальность применения обеспечивают этой культуре значительный вес в национальных продовольственных программах разных стран [1].

В мировом аграрном секторе соя занимает четвертое место по объему производства среди сельскохозяйственных культур, а темпы прироста ее площадей в последнее десятилетие опережают все другие культуры [1, 2]. В настоящее время соя находится в центре внимания всего мира, ее выращивают более чем в 90 странах практически на всех континентах – от 60° ю. ш. до 60° с. ш., то есть на 2/3 географической части нашей планеты. Лидируют по производству сои Бразилия, США, Аргентина, Китай [1, 3, 4].

Российская Федерация занимает только седьмое место с площадью посева около 3,0 млн. га [2]. Однако в последние годы наблюдается стабильная положительная динамика прироста посевных площадей под культурой. При этом в дальневосточном регионе сосредоточено до 44 % от всего объема посевов сои в РФ [2, 5].

Широкое распространение сои в России и за рубежом обусловлено появлением современных сортов, адаптированных к различным условиям произрастания, в том числе и на границе ее адаптивных свойств [6]. Многие совре-

менные сорта данной культуры толерантны к экстремальным факторам среды и отличаются скороспелостью, нейтральной реакцией на долготу дня, устойчивостью к пониженным температурам в период прорастания [6, 7].

На сегодняшний день основное требование, предъявляемое к сорту – высокая и стабильная урожайность. Новый сорт будет востребован в производстве только в том случае, если он покажет более высокую и устойчивую продуктивность, чем лучшие из районированных аналогов. Этот аспект особенно актуален в регионах с резким проявлением неблагоприятных климатических факторов [8]. Поэтому адаптационная способность новых сортов, определяющая уровень стабильности урожайности в реальных природно-климатических условиях – актуальный вопрос современных селекционных исследований, обусловленных требованиями сельскохозяйственного производства [9, 10].

Цель исследований – получение скороспелого сорта сои, превышающего по урожайности стандарт, устойчивого к болезням, вредителям, с высокой адаптационной способностью к сложным природно-климатическим условиям дальневосточного региона.

Методика исследований. Селекционные исследования проводили в период с 2009 по 2018 гг. на полях Всероссийского научно-исследовательского института сои, используя соответствующие техно-

логические разработки по возделыванию сои [11].

Элитные растения в гибридных популяциях разных поколений отбирали традиционным методом «педигри». На финальной ступени селекционного процесса образцы сои изучали в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ), где посев образцов сои проводили в трехкратной повторности, по блочной системе. В каждом блоке высевали стандартные сорта определенной группы спелости [12]. Скороспелые образцы сои сравнивали с официально утвержденным стандартным сортом Лидия.

Площадь делянок – 40,5 м². Полевые визуальные оценки, наблюдения и учеты в течение вегетационного периода осуществляли по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13]. Делянки убирали комбайном «Сампо-130» путем сплошного обмолота. Урожайность определяли с пересчетом на стандартную влажность семян (14 %) [12].

Статистическую обработку материала проводили по методике Б. А. Доспехова [14]. Учет листовых форм болезней осуществляли в естественных условиях согласно методике ВИР [15].

Результаты исследований. Создание нового сорта сои было приурочено к знаменательной дате – 130-летию со дня рождения Всеволода Александровича Золотницкого (1891–1963) – выдающегося ученого, роль которого в истории отечественной науки определяется глобальным вкладом в становление и развитие отрасли соеводства в дальневосточном регионе. Именно В. А. Золотницким была впервые организована селекционная работа по сое на амурской земле, начиная с 1927 г. [16].

Более четверти своей жизни ученый посвятил исследованиям сои, став основоположником селекции и семеноводства данной культуры в Приамурье. Им выведены первые непревзойденные в свое время по скороспелости сорта сои, позволившие значительно увеличить площади посева культуры в регионе, продвинув ее в северные территории Амурской области и Хабаровского края, большинство из которых вошли в родословную сортов и линий, созданных впоследствии во Всероссийском научно-исследовательском институте сои [17].

В память о первом селекционере был создан скороспелый сорт Золотница, который был включен в Государственный реестр селекционных достижений для возделывания в сельскохозяйственных зонах Дальнего Востока в 2021 г. (в год 130-летия со дня рождения В. А. Золотницкого).

Новый сорт сои Золотница (селекционный номер Амурская 2425) создавали в течение 10 лет, используя классические методы селекции. Гибридный материал был получен в результате принудительного внутривидового скрещивания.

В качестве материнского компонента был взят образец сои собственной селекции ♀ Амурская-2153, в качестве отцовского – сортообразец канадской селекции ♂ К 5608-Им7. Гибридизацию проводили в 2009 г.

В период 2010–2013 гг. полученный материал проходил изучение в гибридных питомниках с первого по четвертое поколения (F₁–F₄). Константная форма была отобрана в 2014 г. в питомнике гибридов F₅, с 2015 г. она изучалась в контрольном питомнике. Комплексный анализ образца в питомнике конкурсного сортоиспытания проводился с 2016 по 2018 гг. Он позволил установить, что сорт обладает высоким адаптивным потенциалом, является пластичным, относится к интенсивному типу, отзывчив на изменяющиеся условия окружающей среды [18].

По сроку созревания сорт сои Золотница соответствует скороспелой группе. Вегетационный период 106–107 дней (табл. 1). Сорт рекомендуется выращивать в районах с суммой эффективных температур от 1 800 °С и выше в условиях дальневосточного региона.

За период исследования в КСИ новый сорт превысил стандарт в среднем на 3,3 ц/а, показав урожайность 27,7 ц/га. Продуктивный потенциал сорта Золотница, при идеальных условиях возделывания составляет 33,4 ц/га. Масса 1 000 семян сорта сои Золотница составляет 159,4 г с варьированием по годам (от 145,9 до 170,5 г).

Содержание в семенах белка 39,3 %, масла – 19,8 %. Растения данного сорта накапливают в семенах повышенный процент белка (на 0,3 % больше, чем у стандарта). При этом валовой выход протеина на 0,11 т/га, или на 13,4 %, превышает

Таблица 1 – Сравнительные результаты изучения сортов сои Золотница и Лидия по итогам конкурсного сортоиспытания (2016–2018 гг.)

Хозяйственные и биологические свойства		Золотница	Стандарт – Лидия
Урожайность зерна при 14 % влажности, ц/га		27,7	24,4
Содержание масла в абсолютно сухих семенах, %		19,8	19,7
Содержание в зерне сырого протеина, %		39,3	39,0
Сбор масла, ц/га		9,3	8,2
Сбор сырого протеина, ц/га		4,7	4,1
Масса 1 000 семян, г		159,4	153,2
Период вегетации, дней		107	106
Высота растения, см		60	70
Высота прикрепления нижних бобов, см		12	12
Устойчивость, балл: 1 балл – неустойчив; 5 баллов – устойчив	полегание	5	4
	осыпание	5	5
	засуха	5	5
Устойчивость к болезням и вредителям: от одного балла – неустойчив до девяти баллов – устойчив			
Фузариоз (<i>Fusarium glibbosum</i> App. et Wr.)		9	8
Аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i> Abramov)		9	9
Ложная мучнистая роса или пероноспороз (<i>Peronospora manshurica</i> N. Naumov)		9	9
Бактериальная пятнистость (<i>Pseudomonas glycineum</i> Coerper)		9	9
Септориоз (<i>Septoria glycines</i> Hemmi)		8	8
Церкоспороз (<i>Cercospora kikuhii</i>)		9	9
Филлостиктоз (<i>Phyllosticta soyaecola</i> Macc)		9	9
Соевая зерновая моль (<i>Laspeyresia glycinivorella</i> Mats.)		не обнаружена	не обнаружена
Ростковая муха (<i>Delia platura</i> Mg)		не обнаружена	не обнаружена
Соевая плодоярка (<i>Leguminivora glycinivorella</i> Mats)		9	8

аналогичный сбор у сорта Лидия. Валовый сбор масла превышает стандарт на 0,06 т/га (+14,6 %).

У семян сорта Золотница менее выражен рубчик, чем у стандарта Лидия с яркой темно-коричневой окраской. Так как новый сорт накапливает больше белка в семенах и обеспечивает повышенный его сбор в сравнении со стандартом, он лучше подходит для переработки на пищевые цели. В процессе лабораторного анализа было установлено, что из зерна сорта Зо-

лотница получают соевое молоко и белковые продукты, отличающиеся высокими вкусовыми качествами.

Сорт характеризуется невысокими растениями 60 (56–63) см, сжатой формой куста с 1–3 ветвями, детерминантным типом развития с хорошо выполненной верхушкой главного стебля, содержащей, как правило, 10–12 цветков фиолетовой окраски. Крепления нижних бобов в среднем 12 (11–14) см. Лист светло-зеленый оваль-



а)

б)



в)

г)

а) растение; б) бобы; в) цветок; г) семена

Рисунок 1 – Сорт сои Золотница

но-яйцевидный с заостренным кончиком (рис. 1.).

Бобы серповидные, со средней интенсивностью опушения, окраска желтовато-буроватая. Соотношение бобов на растении составляет: 1 сем. (7,8 %); 2 сем. (50,6 %); 3 сем. (40,8 %); 4 сем. (0,8 %).

Семена средней величины, глянцевые, шаровидно-приплюснутые; кожура желтой окраски. Рубчик маленький белый с коричневой окантовкой.

Новый сорт Золотница отличается высоким иммунным статусом, толерантен к фитопатогенам (аскохитозу, церкоспо-

розу, пероноспорозу, филlostиктозу, фузариозу, септориозу, бактериозу) и вредителям (соевой плодожорке), имеющим распространение в Амурской области.

Сорт устойчив к переувлажнению почвы, технологичен при возделывании – не полегает, не склонен к растрескиванию бобов при перестое на корню, может использоваться при различных способах посева (узкорядный, широкорядный, гребневой). Наиболее благоприятные сроки высева: конец второй – начало третьей декады мая. Оптимальная густота стеблестоя к уборке – 500–580 тыс. растений на гектар.

Заключение. Таким образом, в результате селекционной работы получен новый сорт сои зернового использования Золотница, обладающий преимуществами по хозяйственно-полезным признакам в сравнении со стандартным сортом Лидия, превышающий его по урожайности и по содержанию белка и масла в семенах, обеспечивающий высокий сбор сырого протеина и жира с единицы площади, пригодный для использования в пищевой индустрии.

Новый сорт успешно прошел государственное сортоиспытание в 2019–2020 гг. на семи государственных сортоучастках в различных почвенно-климатических зонах дальневосточного региона (Приморский и Хабаровский края, Еврейская автономная и Амурская области), показав высокий уровень адаптивности. Наибольшая урожайность семян (32,6 ц/га) была отмечена в 2019 г. на Амурском государственном сортоучастке Хабаровского края.

В 2021 г. новый сорт Золотница включен в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений РФ (патент № 11592 от 15.04.2021). С 2022 г. ведется активное размножение семян сорта Золотница, поскольку высокий иммунный статус и продуктивный потенциал, устойчивость к полеганию и растрескиванию бобов будут способствовать интенсивному внедрению данного сорта в производство, способствуя повышению рентабельности возделывания культуры в регионе.

Список источников

1. Виниченко Н. А., Салина Е. А., Кочетов А. В. Потенциал использования молекулярных маркеров в селекции сои // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. № 6 (3). С. 107–125.
2. Синеговская В. Т. Научное обеспечение эффективного развития селекции и семеноводства сои на Дальнем Востоке // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 25 (4). С. 374–380.
3. Синеговский М. О. Перспективы производства сои в Дальневосточном федеральном округе // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 13–16.
4. Соя в России – действительность и возможность / В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин. Краснодар : Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта, 2013. 100 с.
5. Расулова В. А., Мельник А. Ф. Анализ современного состояния производства сои в России // Вестник сельского развития и социальной политики. 2020. № 3 (27). С. 6–8.
6. Красовская А. В., Степанов А. Ф., Веремей Т. М. Сортоиспытание сои в подтаежной зоне Западной Сибири // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 2. С. 20–25.
7. Зеленцов С. В., Мошненко Е. В., Бубнова Л. А. Обоснование критериев селекционного отбора форм сои с повышенной заморозкоустойчивостью на основе явления криогенной седиментации цитокolloидов (обзор) // Масличные культуры. 2019. Вып. 1 (177). С. 128–143.
8. Агробиологическая характеристика кормового сорта ярового ячменя Саша / П. В. Поползухин, П. Н. Николаев, Н. И. Аниськов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 1. С. 27–29.
9. Катюк А. И., Зуев Е. В., Зубков В. В. Оценка адаптивности перспективных линий сои в условиях Самарской области // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1 (49). С. 59–62.

10. Ermiyas Tefera. GGE biplot phenotypic stability analysis of soybean [*Glycinemax* (L.) Merrill] genotypes // *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 2018. Vol. 10 (12). P. 324–335.
11. Система земледелия Амурской области / под ред. П. В. Тихончука. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. 570 с.
12. Фокина Е. М., Беляева Г. Н., Титов С. А. Новые сорта сои для дальневосточного региона // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2020. № 3 (55). С.68–75.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. М. А. Федина. М., 1989. 194 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
15. Корсаков Н. И., Овчинникова А. Н., Мизева В. И. Изучение устойчивости сои к грибным болезням. Л. : Всероссийский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова, 1979. 46 с.
16. Щегорец О. В. Эпоха Золотницкого // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016. № 4 (40). С.190–194.
17. Щегорец О. В. Соеводство : монография. Краснознаменск : Типография Парадиз, 2018. 600 с.
18. Фокина Е. М., Титов С. А., Разанцев Д. Р. Агрэкологическая оценка перспективных образцов сои // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 7. С. 21–23.

References

1. Vinichenko N. A., Salina E. A., Kochetov A. V. Potentsial ispol'zovaniya molekulyarnykh markerov v seleksii soi [The potential of using molecular markers in soybean breeding]. *Pis'ma v Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii. – Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2020; 6: 107–125 (in Russ.).
2. Sinegovskaya V. T. Nauchnoye obespecheniye effektivnogo razvitiya seleksii i semenovodstva soi na Dal'nemVostoke [Scientific support for the effective development of soybean breeding and seed production in the Far East]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii. – Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2021; 25: 374–380 (in Russ.).
3. Sinegovskiy M. O. Perspektivy proizvodstva soi v Dal'nevostochnom federal'nom okruge [Prospects for soybean production in the Far Eastern Federal District]. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki. – Bulletin of the Russian Agricultural Science*, 2020; 1: 13–16 (in Russ.).
4. Lukomets V. M., Kochegura A. V., Baranov V. F., Mahonin V. L. Soya v Rossii – deystvitel'nost' i vozmozhnost' [Soya in Russia – reality and opportunity], Krasnodar, Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institute maslichnykh kul'tur imeni V. S. Pustovoyta, 2013, 100 p. (in Russ.).
5. Rasulova V. A., Melnik A. F. Analiz sovremennogo sostoyaniya proizvodstva soi v Rossii [Analysis of the current state of soybean production in Russia]. *Vestnik sel'skogo razvitiya i sotsial'noy politiki. – Bulletin of rural development and social policy*, 2020; 3: 6–8 (in Russ.).
6. Krasovskaya A. V., Stepanov A. F., Veremey T. M. Sortoispytaniye soi v podtayozhnoy zone Zapadnoy Sibiri [Variety testing of soybeans in the subtaiga zone of Western Siberia]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2019; 2: 20–25 (in Russ.).
7. Zelentsov S. V., Moshnenko E. V., Bubnova L. A. Obosnovaniye kriteriyev selektsionnogo otbora form soi s povyshennoy zamorozkoustoychivost'yu na osnove yavleniya kriogennoy sedimentatsii tsitokolloidov (obzor) [Substantiation of criteria for breeding selection of soybean forms with increased frost resistance based on the phenomenon of cryogenic sedimentation of cytolcoloids (review)]. *Maslichnye kul'tury. – Oilseeds*, 2019; 1: 128–143 (in Russ.).
8. Popolzukhin P. V., Nikolayev P. N., Aniskov N. I., Yusova O. A., Safonova I. V., Bykov S. A. Agrobiologicheskaya kharakteristika kormovogo sorta yarovogo yachmenya Sasha [Agrobiological characteristics of the fodder variety of spring barley Sasha]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of Science and Technology of Agriculture*, 2019; 33; 1: 27–29 (in Russ.).

9. Katyuk A. I., Zuyev E. V., Zubkov V. V. Otsenka adaptivnosti perspektivnykh liniy soi v usloviyakh Samarskoy oblasti [Evaluation of the adaptability of promising soybean lines in the conditions of the Samara region]. *Zernovoye khozyaystvo Rossii. – Grain Economy of Russia*, 2017; 1: 59–62 (in Russ.).

10. Ermiyas T. GGE biplot phenotypic stability analysis of soybean (*Glycinemax* (L.) Merrill) genotypes. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2018; 10: 324–335.

11. Tihonchuk P. V. (Eds.). *Sistema zemledeliia Amurskoy oblasti [The farming system of the Amur region]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2016, 570 p. (in Russ.).

12. Fokina Ye. M., Belyayeva G. N., Titov S. A. Novyye sorta soi dlya Dal'nevostochnogo regiona [New varieties of soybeans for the Far East region]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far East Agrarian Bulletin*, 2020; 3: 68–75 (in Russ.).

13. Fedin M. A. (Eds.). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia sel'skokhoziaistvennykh kul'tur [Methods of state variety trials for agricultural crops]*, Moskva, 1989, 194 p. (in Russ.).

14. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]*, Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).

15. Korsakov N. I., Ovchinnikova A. N., Mizeva V. I. *Izuchenie ustoichivosti soi k gribnym boleznyam [The study of soybean resistance to fungal diseases]*, Leningrad, Vserossijskij institut rasteniyevodstva imeni N. I. Vavilova, 1979, 46 p. (in Russ.).

16. Shchegorets O. V. Epokha Zolotnitskogo [The era of Zolotnitsky]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2016; 4: 190–194 (in Russ.).

17. Shchegorets O. V. *Soyevodstvo [Soybean breeding]*, Krasnoznamensk, Tipografiya Paradiz, 2018, 600 p. (in Russ.).

18. Fokina Ye. M., Titov S. A., Razantsvey D. R. Agroekologicheskaya otsenka perspektivnykh obraztsov soi [Agroecological assessment of promising samples of soybean]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*, 2019; 33: 21–23 (in Russ.).

© Фокина Е. М., Разанцев Д. Р., 2022

Статья поступила в редакцию 24.10.2022; одобрена после рецензирования 28.11.2022; принята к публикации 05.12.2022.

The article was submitted 24.10.2022; approved after reviewing 28.11.2022; accepted for publication 05.12.2022.

Информация об авторах

Фокина Евгения Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», fem@vniisoi.ru;

Разанцев Дина Раисовна, старший научный сотрудник, Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои», rdr@vniisoi.ru

Information about authors

Evgeniya M. Fokina, Candidate of Agricultural Sciences, Leader Researcher, Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean", fem@vniisoi.ru;

Dina R. Razantsvey, Senior Researcher, Federal Scientific Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean", rdr@vniisoi.ru

Научная статья

УДК 631.527:634.22

EDN VRMDSE

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_78

Использование защищенного грунта для увеличения выхода и качества гибридных сеянцев с целью ускорения селекции сливы

Валентина Викторовна Яковлева

Приморская плодово-ягодная опытная станция Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки
Приморский край, Владивосток, Россия, yakovlevavalent1ne@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по выращиванию гибридных сеянцев в открытом и защищенном грунте для повышения эффективности ведения селекции сливы в условиях юга Приморья. В качестве объекта исследования использовали гибриды сливы, полученные от искусственной межсортовой гибридизации. Среда произрастания влияет на рост корневой системы и надземной части гибридов сливы. Выращивание гибридов сливы в необогреваемой пленочной теплице повышает качество сеянцев. Биометрические показатели (высота, диаметр стволика, длина корневой системы) сеянцев, выращенных в теплице по схеме 15×7 см, значительно превысили показатели открытого грунта. За вегетационный период сеянцы в теплице вырастают до параметров первого сорта и пригодны для высадки в селекционный сад. Использование защищенного грунта при посеве гибридных семян сливы повышает выход сеянцев в среднем на 27,4 %, по сравнению с открытым грунтом. Перспективный способ выращивания гибридов сливы в защищенном грунте позволяет повысить их качество и ускорить селекционную оценку в саду.

Ключевые слова: слива, гибриды, защищенный грунт, открытый грунт, биометрические показатели, схема посева, длительность селекционного процесса

Для цитирования: Яковлева В. В. Использование защищенного грунта для увеличения выхода и качества гибридных сеянцев с целью ускорения селекции сливы // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 78–83. doi: 10.22450/199996837_2022_4_78.

Original article

The use of frame area to increase the yield and quality of hybrid seedlings in order to accelerate plum breeding

Valentina V. Yakovleva

Primorskaya Fruit and Berry Experimental Station – Branch of Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika
Primorsky Krai, Vladivostok, Russia, yakovlevavalent1ne@yandex.ru

Abstract. The results of studies on the cultivation of hybrid seedlings in frame area and open ground to increase the efficiency of plum selection in the conditions of the south of Primorye are presented. The plum hybrids obtained from artificial intervarietal hybridization were used as the object of the study. The growth environment conditions affect the growth of the root system and the aboveground part of plum hybrids. Growing plum hybrids in an unheated plastic-covered house improves the quality of seedlings. The biometric indicators (height, stipitate diameter, root system length) of seedlings grown in a greenhouse according to the scheme of 15×7 cm significantly exceeded the open ground indicators. During the growing season, seedlings in the greenhouse grow to the parameters of grade 1 and are suitable for planting in a selection garden. The use of frame area when sowing hybrid plum seeds increases seedling yield by an average of 27.4 % compared to open ground. A promising method of growing plum hybrids in frame area allows improving their

quality and speeding up the selection assessment in the garden.

Keywords: plums, hybrids, frame area, open ground, biometric indicators, sowing scheme, duration of selection process

For citation: Yakovleva V. V. Ispol'zovanie zashchishchennogo grunta dlya uvelicheniya vykhoda i kachestva gibridnykh seyantssev s tselyu uskoreniya selektsii slivy [The use of frame area to increase the yield and quality of hybrid seedlings in order to accelerate plum breeding]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 78–83. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_78.

Введение. Площади возделывания косточковых культур (персики, абрикосы, сливы, вишня, черешня и др.) в России в хозяйствах всех категорий в 2016 г. составили 128,5 тыс. га. При этом в первую десятку регионов по сборам косточковых культур в коммерческом секторе вошли: Краснодарский край, Республика Крым, Кабардино-Балкарская Республика, Ростовская область, Республика Дагестан, Ставропольский край, Волгоградская область, Республика Северная Осетия – Алания, г. Севастополь, Воронежская область.

Многолетний практический опыт изучения плодовых и ягодных культур доказывает перспективность успешного развития дальневосточного садоводства, основанного на селекционных достижениях ученых Дальнего Востока, Сибири, Урала и др. регионов [1].

Среди выращиваемых в Приморском крае фруктов слива наиболее вкусная. Большое содержание в плодах сахара и органических кислот дает возможность использовать их в свежем, замороженном виде и для консервирования [2].

В настоящее время садоводство Приморского края переживает нелегкое время. Площади плодовых насаждений в 1990–2019 гг. очень сильно сократились по сравнению с уровнем прежних лет. Восстановление их затруднено тем, что эта отрасль имеет дело с многолетними насаждениями.

Ситуацию обостряют специфические особенности местных климатических условий. Сорты плодово-ягодных растений европейского происхождения в условиях Приморского края не успевают нормально закончить вегетацию до наступления морозов и неизбежно (особенно генеративные органы) подмерзают зимой. Причина этого кроется в исключительном своеобразии муссонного климата Приморского края, резко отличающегося от

климата основных садоводческих регионов страны и не имеющего аналогов на соответствующих широтах нашей планеты.

По итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи в 2016 г. в Приморском крае площадь под косточковыми культурами насчитывала 1 434,5 гектара, из них под сливой – 429,7 га.

Обновление сортимента для садоводства идет медленно. Одной из основных причин этого является действовавшая до недавнего времени технология выведения сортов. Так, на создание и внедрение новых сортов в производство еще недавно требовалось 40–50 лет, что не способствовало быстрому обновлению сортового состава садов. Поэтому актуальной задачей селекционеров является совершенствование приемов сокращения селекционного процесса.

В мировой практике садоводства известны некоторые приемы, позволяющие ускорить селекционный процесс [3]. Одним из них является создание наиболее оптимальных условий выращивания на всех стадиях развития семян. В целях ускорения роста и плодоношения отборных семян необходимо использовать теплицы. Посев стратифицированными семенами в теплице позволит за год вырастить растение, соответствующее по своему развитию двулетним сеянцам [4].

Для более быстрого прохождения ювенильного периода у сеянцев сливы, раннего их вступления в пору плодоношения необходимо, чтобы они развили значительную вегетативную массу. Для этого используют защищенный грунт. Даже однолетние сеянцы при таких условиях могут достичь высоты 1,5 м.

Оптимальный рост и развитие растений протекает при определенной температуре воздуха (20–24 градуса). Слива требовательна к теплу. На ассимиляцию

листьев благоприятно действует умеренная дневная температура.

Гибридные сеянцы сливы, выращенные в открытом грунте, начинают плодоносить на пятый год после посева. Неблагоприятные факторы внешней среды (прохладная неустойчивая весна, перепады суточных температур, сильные ветры) задерживают рост и развитие гибридов.

Цель работы – повышение эффективности ведения селекции сливы в условиях юга Приморья, разработка способов выращивания гибридных форм сливы, повышение их выхода, качественных характеристик и раннего начала плодоношения.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в 2021 и 2022 гг. в селекционном питомнике на базе Приморской плодово-ягодной опытной станции (филиал Федерального научного центра агробиотехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки).

Почва участка в питомнике – высокоплодородный, воздухопроницаемый грунт (смесь песка, торфа, земли).

2021 год был аномально жарким и сухим. Среднемесячная температура воздуха в апреле была 6,4 °С (отклонение от нормы +1,1 °С). В этом месяце выпало 36 мм осадков (84 % от нормы). Май был теплым и сухим. Осадков выпало 6 мм (64 % от нормы). Летом наблюдался значительный дефицит влаги. Июль и август оказались экстремально жаркими и сухими (осадков выпало 15 % от нормы). Дневные температуры воздуха доходили до 33 °С.

Сухая и жаркая погода отрицательно повлияла на рост и развитие гибридных сеянцев сливы открытого грунта.

Весна 2022 г. была теплая и сухая. Среднемесячная температура воздуха за апрель и май была соответственно 6,3 и 11,1 °С (выше нормы на 1,1 °С). Выпало осадков 21 мм в апреле и 67 мм в мае (49 и 69 % от нормы). Июнь, июль и август были теплыми (отклонение от нормы среднемесячной температуры +1–1,2 °С). Июнь и июль были очень дождливыми, так как осадков выпало 189–202 мм (181–127 % от нормы). Переувлажнение почвы отрицательно повлияло на развитие гибридов открытого грунта.

Объектом исследования явились семена межсортовых гибридов сливы Приморочка × Надежда Приморья, Приморочка × Егоровна, Кубанская комета × Щедрая, которые высевали в открытый грунт и в теплицу.

Семена стратифицировали 5 месяцев (осень – зима). В апреле укрыли теплицу пленкой, подготовили субстрат для теплицы и открытого грунта.

Гибридные семена сливы высевали в теплицу и в открытый грунт (контроль) по схеме 15×7 см на глубину 5–6 см (по 300 шт. каждой формы). При закладке опыта и уходе применялась общепринятая для Дальнего Востока агротехника (полив, прореживание, рыхление).

Использованы два варианта – посев семян в защищенный и открытый грунт. Учитывали количество и процент выхода гибридных сеянцев осенью при выкопке. Для учета биометрических показателей выделяли делянки по 30 растений в трехкратной повторности, которые согласно методике, закладывали по длине всего ряда. Контроль – формы, растущие в открытом грунте.

Опыт однофакторный, с рендомизированным размещением повторений.

Вариант 1 (контроль) – гибридные формы в открытом грунте: Приморочка × Надежда Приморья, Приморочка × Егоровна, Кубанская комета × Щедрая.

Вариант 2 – гибридные формы в защищенном грунте: Приморочка × Надежда Приморья, Приморочка × Егоровна, Кубанская × Щедрая.

Измеряли высоту гибридов, диаметр стволика, длину корневой системы. Научные исследования проводились в соответствии с программой и методиками [5, 6]. Статистическую обработку провели методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение. Выход гибридных сеянцев сливы зависел от условий выращивания. Высокий выход сеянцев отмечался в защищенном грунте – в среднем 60,3 %, что на 27,4 % выше, чем в открытом грунте.

В целом выход гибридных сеянцев сливы из защищенного грунта составил 49,5–68,8 %, а из открытого грунта 29,1–38,2 % (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние условий выращивания на выход гибридных семян сливы (2021–2022 гг.)

Гибрид	Взошло, шт.	Выросло, шт.	Выход, %
Защищенный грунт			
Приморочка × Надежда Приморья	220	151,1	68,7
Приморочка × Егоровна	186	116,8	62,8
Кубанская комета × Щедрая	158	78,2	49,5
В среднем	–	–	60,3
Открытый грунт (контроль)			
Приморочка × Надежда Приморья	225	86	38,2
Приморочка × Егоровна	185	56	31,4
Кубанская комета × Щедрая	153	45	29,1
В среднем	–	–	32,9
НСР₀₅:			
2021 г.	–	–	15,6
2022 г.	–	–	15,9

Между гибридными формами, произрастающими в закрытом и открытом грунте, имеются существенные различия по биометрическим показателям (табл. 2). К концу вегетации разница в высоте растений из защищенного и открытого грунта составляла в среднем 59,7 см (табл. 2, рис. 1). Большим преимуществом гибридных семян, выращенных в пленочной теплице по

сравнению с сеянцами из открытого грунта, является мочковатая, хорошо развитая корневая система (рис. 2).

В теплице складывались благоприятные условия по температуре и влажности. Растения не испытывали отрицательного воздействия внешних факторов. Качество семян зависело и от происхождения гибридов. Самыми высокими показателями

Таблица 2 – Влияние условий выращивания на биометрические показатели межсортовых гибридов сливы (2021–2022 гг.)

Гибрид	Высота, см	Диаметр стволика, см	Длина корневой системы, см
Защищенный грунт			
Приморочка × Надежда Приморья	120,5	1,1	32,3
Приморочка × Егоровна	130,3	1,3	35,5
Кубанская комета × Щедрая	110,6	1,0	28,4
В среднем	120,5	1,1	32,0
Открытый грунт (контроль)			
Приморочка × Надежда Приморья	60,6	0,7	18,5
Приморочка × Егоровна	65,8	0,8	20,4
Кубанская комета × Щедрая	55,7	0,6	17,4
В среднем	60,7	0,7	18,8
НСР₀₅:			
2021 г.	25,2	0,2	8,0
2022 г.	23,0	0,3	9,3



Рисунок 1 – Высота гибридов сливы из теплицы (слева) и открытого грунта (справа)



Рисунок 2 – Корневая система гибридов сливы из теплицы (слева) и открытого грунта (справа)

качества обладали растения в семье Приморочка × Егоровна. Они имели большую длину побегов и диаметр стволика (130,3 и 1,3 см соответственно). Диаметр штамба гибридов открытого грунта и длина корневой системы были меньше, чем в теплице в 1,6 и 1,7 раза соответственно.

Таким образом, использование пленочных необогреваемых теплиц для выращивания гибридов сливы в условиях Приморья позволяет по сравнению с открытым грунтом снизить влияние неблагоприятных условий окружающей среды, увеличить выход качественных сеянцев.

Выводы. 1. Использование защищенного грунта позволяет увеличить выход гибридов на 27,4 %.

2. Выращивание гибридов сливы в защищенном грунте дает возможность получить сеянцы с высокими качественными показателями.

3. Биометрические показатели гибридов сливы в теплице (высота гибридов, диаметр стволика, длина корневой системы) значительно выше, чем в открытом грунте.

Список источников

1. Живчиков А. И., Живчикова Р. И. Возможности формирования современного адаптивного сортимента плодовых культур в перспективе развития дальневосточного садоводства // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 3. С. 37–44.

2. Казьмин Г. Т. Дальневосточные сливы. Хабаровск : Хабаровское книжное издательство, 1966. 326 с.

3. Возможность ускорения онтогенеза и отбора гибридов яблони в теплице с помощью светокультуры / И. П. Калинина, В. М. Бурдасов, В. Л. Морфенко, Т. Ф. Корниенко // Физиолого-генетические проблемы интенсификации селекционного процесса : материалы всесоюзной конф. Саратов : Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, 1983. С. 100–102.

4. Савин Е. З., Мурсалимова Г. Р., Аляева О. В. Выращивание саженцев плодовых культур в защищенном грунте // Степи Северной Евразии : материалы VI междунар. симпозиума. Оренбург : Газпромпечат, 2012. С. 642–645.

5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел : Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 608 с.

6. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел : Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1995. 502 с.

References

1. Zhivchikov A. A., Zhivchikova R. I. *Vozmozhnosti formirovaniya sovremennogo adaptivnogo sortimenta plodovykh kul'tur v perspektive razvitiya dal'nevostochnogo sadovodstva* [Possibilities of creating contemporary adaptive assortment of fruit plants in view of the development of the Far East gardening]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2017; 3: 37–44 (in Russ.).

2. Kazmin G. T. *Dal'nevostochnye slivy [Far Eastern plums]*, Khabarovsk, Khabarovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1966, 326 p. (in Russ.).

3. Kalinina I. P., Burdasov V. M., Morfenko V. L., Kornienko T. F. *Vozmozhnost' uskoreniya ontogeneza i otbora gibridov yabloni v teplitse s pomoshch'yu svetokul'tury* [The possibility of accelerating ontogenesis and selection of apple hybrids in a greenhouse using light culture]. *Proceedings from Physiological and genetic problems of intensification of the breeding process: Vsesoyuznaya konferenciya – All - Union Conference*. (PP. 100–102), Saratov, Nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva Yugo-Vostoka, 1983 (in Russ.).

4. Savin E. Z., Mursalimova G. R., Alyaeva O. V. *Vyrashchivanie sazhentsev plodovykh kul'tur v zashchishchennom grunte* [Growing seedlings of fruit crops in protected soil]. *Proceedings from Steppes of Northern Eurasia: VI Mezhdunarodnyj simpozium – VI International Symposium*. (PP. 642–645), Orenburg, Gazprompechat, 2012 (in Russ.).

5. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops], Orel, Vserossiiskij nauchno-issledovatel'skij institut selekcii plodovykh kul'tur, 1999, 608 p. (in Russ.).

6. *Programma i metodika selekcii plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* [The program and methodology for breeding fruit, berry and nut crops], Orel, Vserossiiskij nauchno-issledovatel'skij institut selekcii plodovykh kul'tur, 1995, 502 p. (in Russ.).

© Яковлева В. В., 2022

Статья поступила в редакцию 25.10.2022; одобрена после рецензирования 21.11.2022; принята к публикации 30.11.2022.

The article was submitted 25.10.2022; approved after reviewing 21.11.2022; accepted for publication 30.11.2022.

Информация об авторах

Яковлева Валентина Викторовна, научный сотрудник, Приморская плодово-ягодная опытная станция Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока имени А. К. Чайки, yakovlevavalent1ne@yandex.ru

Information about authors

Valentina V. Yakovleva, Researcher, Primorskaya Fruit and Berry Experimental Station – Branch of Federal Scientific Center of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A. K. Chaika, yakovlevavalent1ne@yandex.ru

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL BREEDING AND VETERINARY

Научная статья

УДК 636.521.58

EDN ETDХOV

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_84

Влияние дигидрокверцетина на рост и развитие ремонтного молодняка кур-несушек**Роини Леванович Шарвадзе¹, Андрей Андреевич Пензин²**^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия¹ fvmz@mail.ru, ² penzin9898@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается эффект от применения дигидрокверцетина в кормлении ремонтного молодняка кур-несушек в возрасте от одной до 21 недели кросса Хай-секс Браун в условиях Новоивановской птицефермы Свободненского района. Продолжительность опыта составила 150 дней. По методу пар-аналогов было отобрано 4 группы цыплят в недельном возрасте, по 46 голов в каждой. Контрольная группа получала основной рацион, принятый в хозяйстве, а в рацион I, II, III опытных групп была включена добавка дигидрокверцетина (с 1 по 8 неделю в количестве 1; 2; 3 мг на голову в сутки; с 9 по 16 неделю – 2; 3; 4 мг на голову в сутки; с 17 по 21 неделю – 3; 4; 5 мг на голову в сутки). Рацион животных был сбалансирован и соответствовал требованиям Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства. В результате проведенных исследований выяснилось, что включение в рацион животных дигидрокверцетина положительным образом сказывается на увеличении живой массы подопытной птицы, способствует уменьшению расхода корма, увеличивает его поедаемость. Анализы крови и промеров подопытных животных не выявили негативного влияния на их рост, развитие и здоровье.

Ключевые слова: дигидрокверцетин, ремонтный молодняк, рост и развитие, живая масса, потребление корма

Для цитирования: Шарвадзе Р. Л., Пензин А. А. Влияние дигидрокверцетина на рост и развитие ремонтного молодняка кур-несушек // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 84–92. doi: 10.22450/199996837_2022_4_84.

Original article

The effect of dihydroquercetin on the growth and development of replacement laying hens**Roini L. Sharvadze¹, Andrey A. Penzin²**^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia¹ fvmz@mail.ru, ² penzin9898@mail.ru

Abstract. This paper discusses the effect of the use of dihydroquercetin in the feeding of rearing young laying hens aged from 1 to 21 weeks of the Highsex Brown cross in the conditions of the Novoivanovskaya poultry farm of the Svobodnensky district. The duration of the experiment was 150 days. 4 groups of chickens at the age of one week were selected according to the analogues pair's method, 46 animals each. The control group received the main diet adopted in the farm, and the diet of I, II, III experimental groups included the addition of dihydroquercetin (from one to 8 weeks in the amount of 1; 2; 3 mg per head per day; from 9 to 16 weeks – 2; 3; 4 mg per day; from 17 to 21 weeks – 3; 4; 5 mg per head per day). The diet of the animals was balanced and met the requirements of the All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Farming. As a result of the research, it turned out that the inclusion of dihydroquercetin in the diet of animals has a positive effect on the increase in the live weight of the experimental bird, helps to reduce feed consumption, and increases its palatability. Blood tests and measurements of experimental animals did not reveal a negative effect on their growth, development and health.

Keywords: dihydroquercetin, replacement laying hens, growth and development, live weight, feed consumption

For citation: Sharvadze R. L., Penzin A. A. Vliyanie digidrokvertsetina na rost i razvitie remontnogo molodnyaka kur-nesushek [The effect of dihydroquercetin on the growth and development of replacement laying hens]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 84–92. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_84.

Введение. Нормирование питания сельскохозяйственной птицы разрабатывается на основании развития науки о кормлении. Новые знания, полученные в ходе многочисленных исследований, вносят свои коррективы относительно питания ремонтного молодняка кур. Среди факторов, оказывающих влияние на обеспечение полноценного кормления, различают физиологическое состояние животных, их продуктивность и условия содержания. Помимо этого, следует учитывать физиологическую роль и биохимические взаимодействия различных нормируемых элементов, среди которых содержание обменной энергии, микро и макроэлементы, витамины, а также способность самого животного к усвоению питательных элементов [1, 2].

Рацион, применяемый в кормлении ремонтного молодняка, должен полностью удовлетворять потребность животного в нормируемых элементах. Качественные корма, используемые при составлении рациона, выступают залогом здоровья и продуктивности [3].

Указанные положения, а также знания о низком качестве кормовых ресурсов Дальнего Востока, подтвержденные различными исследованиями [4], свидетельствуют о том, что в рационы животных необходимо включать дополнительные ингредиенты, способные повысить общую питательность кормов.

Однако на практике организация полноценного кормления сильно зависит от конечного потребителя, для которого немалое значение имеет натуральность и высокое качество используемых в кормлении кур различных направлений продуктивности кормов, что способно существенно затруднить составление экономически выгодного полноценного рациона. Все это, а также запрет в большинстве развитых стран использования антибиотиков и гормональных препаратов обуславливают, что в современном птицев-

водстве отдается предпочтение кормам натурального происхождения [5].

На сегодняшний день применение в кормлении сельскохозяйственных животных продуктов, обладающих антиоксидантной активностью, является довольно популярным направлением для исследований, что связано с повышенным уровнем стресса животных при ведении современного хозяйства. Многие флавоноиды, обладающие подобной активностью, вполне могут быть применены в составе кормового рациона [6, 7, 8].

Супероксид радикалы в норме присутствуют во всех аэробных клетках. Несмотря на их малую реакционную активность по отношению к другим биологическим молекулам, они способны оказать сильное влияние на живой организм ввиду их трансформации в более реакционно способный, оказывающий значительные разрушающие свойства гидроксильный радикал. В обычных условиях клетки живого организма способны к самостоятельной регуляции количества супероксидного радикала. Однако при воспалительных процессах баланс производства и инактивации свободных радикалов смещается в сторону их увеличенного производства. Увеличенное содержание супероксидов способно повредить клетку, или даже ее разрушить [9].

Дигидрокверцетин – хорошо растворимый порошок желтого цвета с температурой плавления 220 °С, без запаха, неприятный на вкус. Чем выше степень чистоты порошка, тем менее выражен желтый окрас, из чего следует, что окрас обусловлен наличием примесей. Для получения дигидрокверцетина чаще всего используется древесина лиственницы, произрастающей в восточной части нашей страны. Помимо лиственницы известны способы получения дигидрокверцетина из таких продуктов как лепестки роз, перегородки цитрусовых, косточки винограда и других. В нашей стране дигидрокверце-

тин в основном получают из нетоварных частей дерева, таких как корни и комлевая часть лиственницы. Это позволяет не ухудшать качество продукции, но способствует снижению затрат [10].

Дигидрохверцетин, благодаря своим антиоксидантным свойствам, применяется при поверхностной обработке мясных и рыбных продуктов в составе рациона животных для повышения продуктивности и улучшения состояния их здоровья [11, 12].

Среди особо важных полезных свойств дигидрохверцетина можно отметить способность снижать интоксикацию организма, концентрацию липопротеидов в крови, противодействовать клеткам, приводящим к образованию и распространению злокачественных опухолей, укреплять иммунную систему, выступать в качестве антигистаминного средства, снижать воздействие аллергенов [8, 9, 10].

Дигидрохверцетин, ингибируя свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов, стабилизирует клеточные мембраны, нормализует проницаемость капилляров, тормозит развитие дистрофических и склеротических изменений в тканях. Антиокислительная активность флавоноидов, входящих в состав дигидрохверцетина, может быть обусловлена способностью взаимодействовать с радикалами липидов, активными формами кислорода, ионами металлов переменной валентности. При этом существует тесная взаимосвязь между химической структурой и антиоксидантной активностью этих соединений. Антиоксидантные свойства дигидрохверцетина особенно важны при современном ведении сельского хозяйства [13].

Проникновение микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности в условиях протекания патогенных процессов; антропогенные загрязнители, различные токсичные вещества являются причинами накопления свободных радикалов в организме. Многими научными работами подтверждена способность дигидрохверцетина облегчать течение инфекционных, эндокринных, обменных и других видов заболеваний. Также помимо борьбы с последствиями попадания в организм токсинов, дигидрохверцетин обладает выраженным антиоксидантным эффектом [14, 15].

Стоит отметить, что дигидрохверцетин обладает наименьшей токсичностью среди известных флавоноидов, что имеет особенно важное значение в кормлении сельскохозяйственных животных [16].

Материалы и методы исследования. Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях Новоивановской птицефермы Свободненского района. Из общего поголовья методом пар-аналогов в возрасте одной недели были отобраны 240 цыплят, из которых с учетом допустимых методических отклонений было отобрано четыре группы животных, по 60 голов в каждой.

Продолжительность эксперимента составила 20 недель. Соответственно, по завершении эксперимента возраст птицы соответствовал 21 неделе. Подопытную птицу содержали в клеточных батареях КБУ-3. В начале опыта птица располагалась во втором ряду батареи. По мере взросления птицу рассаживали в первый и третий ряды (по 20 голов).

Подопытные животные были разделены на три опытных и одну контрольную группу. Контрольная группа получала основной рацион, принятый в хозяйстве, а в рацион I, II, III опытных групп была включена добавка дигидрохверцетина: с первой по 8 неделю в количестве 1; 2; 3 миллиграмм на голову в сутки; с 9 по 16 неделю – 2; 3; 4 миллиграмм на голову в сутки; с 17 по 21 неделю – 3; 4; 5 миллиграмм на голову в сутки (табл. 1).

В целом, рацион кур был сбалансирован и соответствовал нормам Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства. Рецепт применяемого комбикорма (СК ПК-1) состоял из кормов собственного производства в следующих долях:

- кукуруза – 27 %
- пшеница – 25 %
- овес без пленок – 10 %
- шрот соевый СП 44 – 9 %
- шрот подсолнечный СП 36 – 7 %
- мука известковая – 6,5 %
- масло соевое – 3 %
- мука рыбная СП 63 – 1,8 %
- фосфат дефторированный – 1,25 %

Таблица 1 – Схема опыта и условия кормления подопытной птицы

Группа	Время опыта, дней	Возраст, недель		Кол-во голов (n)	Условия кормления
		начало	конец		
Контрольная	140	1	21	60	основной рацион
I опытная				60	основной рацион и дигидрокверцетин: 1 мг (1–8 недель); 2 мг (9–16 недель); 3 мг (17–21 неделя) на голову в сутки
II опытная				60	основной рацион и дигидрокверцетин: 2 мг (1–8 недель); 3 мг (9–16 недель); 4 мг (17–21 неделя) на голову в сутки
III опытная				60	основной рацион и дигидрокверцетин: 3 мг (1–8 недель); 4 мг (9–16 недель); 5 мг (17–21 неделя) на голову в сутки

метионин (98,5 %) – 0,16 %
 монохлоргидрат лизина (98 %) – 0,14 %
 соль поваренная – 0,15 %
 гравий – 8 %
 премикс – 1 %.

Результаты исследований. Хорошо известно, что на рост и развитие организма в первую очередь влияют условия кормления. Для контроля этих показателей в ходе эксперимента периодически проводилось снятие промеров и измерение живой массы. По полученным результатам определяли лучшую опытную группу (табл. 2).

Данные, полученные в результате анализа живой массы подопытных цыплят, показывают более интенсивный набор массы у курочек из опытных групп. Так, птицы опытных групп, получавшие добавку дигидрокверцетина в основной рацион, превосходили контрольную группу, а именно I опытная группа превосходила контрольную на 0,97 %; II опытная – на 1,64 %; III опытная – на 1,88 %. Таким образом, наилучшим результатом отличалась III опытная группа.

В тоже время лучшие показатели относительного прироста показал молодняк из II опытной группы, превысив показатели не только контроля, но и III опытной

группы. Показатели среднесуточного прироста во II и III опытных группах оказались на одном уровне (11,5 г), превысив контрольную группу на 0,2 г в сутки. Результат I опытной группы занимал промежуточное положение между указанными опытными и контрольной группой.

О показателях роста и развития судят не только по изменению живой массы, но и по основным промерам. В качестве необходимых для исследования параметров мы определили длину туловища, длину кия, переднюю глубину туловища и ширину таза в маклаках. Эти показатели высоко коррелируют с будущей яйценоскостью кур. Поэтому в конце эксперимента в 21-недельном возрасте было произведено измерение перечисленных промеров и дан анализ полученных результатов (табл. 3).

Внесение в рацион дигидрокверцетина положительно сказалось на развитии основных статей тела изучаемых молодок. В III опытной группе средняя длина туловища составила 190,7 мм, длина кия – 116,7 мм, передняя глубина туловища – 103,1 мм, ширина таза в маклаках – 94,1 мм, что на 8,4; 3,5; 4,0 и 3,5 мм превосходит аналогичные показатели птицы из контрольной группы и практически

Таблица 2 – Изменение живой массы ремонтного молодняка за период опыта (M±m)

Показатели	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Живая масса в начале опыта, г	64,1±1,2	65,0±1,1	63,6±1,3	64,0±0,7
Живая масса в конце опыта, г	1 648,1±4,5	1 664,0±3,5	1 675,4±4,2*	1 675,0±4,3*
Живая масса в процентах к контрольной группе	100,00	100,97	101,64	101,63
Абсолютный прирост за 140 дней, г	1 584,0	1 599,0	1 611,8	1 611,0
Относительный прирост за 140 дней, %	185,03	184,96	185,37	185,31
Среднесуточный прирост, г	11,3	11,4	11,5	11,5
* P ≤ 0,05.				

Таблица 3 – Основные промеры молодняка кур в возрасте 21 недели (M±m)

В миллиметрах

Группа	Промеры			
	длина туловища	длина кия	передняя глубина туловища	ширина таза в маклаках
Контрольная	182,3±3,25	113,2±3,14	99,1±1,13	90,6±1,17
I опытная	187,4±4,09	115,8±2,71	101,1±1,17*	93,9±1,01*
II опытная	190,6±3,14*	116,8±3,02*	103,1±1,50*	94,2±1,05*
III опытная	190,7±2,93*	116,7±3,10*	103,1±1,04*	94,1±1,12*
* P < 0,05.				

не отличается от данных, полученных во II опытной группе.

Известно, что многие стати и промеры, в том числе и изучаемые, тесно связаны с будущей продуктивностью. Хорошо развитый киль является основанием туловища, поддерживает внутренние органы вместе с хорошо развитым тазом и грудной клеткой.

Рост и развитие птицы тесно связаны с расходом кормов. Отношение прироста живой массы к затратам кормов характеризует экономическую эффективность производства. В течение научно-хозяйственного опыта вели учет потребления корма, и в конце опыта был рассчитан

расход комбикорма на один килограмм прироста живой массы (табл. 4).

Количество корма, получаемое подопытными птицами, было практически одинаково, в среднем 8 665 г на одну голову. Прирост живой массы одной курочки по группам отличался.

Показатель колебался от 1 584 (контрольная группа) до 1 611,8 г (II опытная группа). Расход корма на один килограмм прироста во II опытной группе оказался минимальным и составил 5 376 г против 5 470,3 г в контрольной группе. Снижение расхода кормов во II опытной группе произошло за счет лучшего усвоения комбикорма у цыплят этой группы, что связано

Таблица 4 – Потребность комбикорма и его расход на один килограмм прироста

Группа	Израсходовано комбикорма в среднем на голову		Прирост живой массы на среднюю голову		Расход комбикорма на 1 кг прироста	
	за период опыта, г	в сутки, г	г	в % к контролю	г	в % к контролю
Контрольная	8 665	61,9	1 584,0	100,00	5 470,3	100,0
I опытная			1 599,0	100,97	5 419,0	99,1
II опытная			1 611,8	101,64	5 376,0	98,3
III опытная			1 611,0	101,63	5 378,6	98,3

с применением дигидрокверцетина в качестве кормовой добавки.

Кровеносная система образует сложную морфологическую и функциональную сеть в организме животных. В результате исправной деятельности этой системы происходит своевременная доставка кислорода и питательных веществ к клеткам тканей и удаление продуктов обмена веществ из органов и межклеточного пространства. То есть через кровь питательные вещества корма распределяются по всему организму. Это означает, что химический состав кормов может повлиять на морфо-биохимические показатели крови. Объективным показателем влияния кормления на рост и развитие ремонтного

молодняка является исследование состава крови.

С целью более убедительного доказательства положительного влияния на рост и развитие цыплят комбикормов с включением аспарагинатов кобальта, йода, селена и пробиотика «Витацелл» в конце опыта был проведен анализ гематологических показателей крови (табл. 5).

Полученные результаты показывают, что перед наступлением половой зрелости курочки всех групп хорошо подготовлены к процессу яйцекладки, о чем свидетельствует тот факт, что основные морфо-биохимические показатели крови находятся в пределах физиологической нормы. Вместе с тем в опытных группах

Таблица 5 – Морфо-биохимический анализ крови (M±m)

Показатели	Группа				Норма
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	
Гемоглобин, г/л	84,6±0,73	86,9±0,64	86,4±0,77	87,4±0,60	80–120
Эритроциты, 10 ¹² /л	3,2±0,05	3,3±0,09	3,4±0,07	3,3±0,08	3,0–4,0
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	25,9±0,31	26,4±0,35	26,1±0,32	25,9±0,43	20–40
Общий белок, г/л	44,9±0,58	45,3±0,64	45,5±0,57	45,3±0,45	43–59
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,04	5,2±0,03	5,2±0,02	5,3±0,04	4,44–7,77
Кальций, ммоль/л	3,98±0,05	4,9±0,05***	4,8±0,06**	4,8±0,05***	3,75–6,75
Фосфор, ммоль/л	1,29±0,015	1,55±0,012*	1,56±0,019*	1,59±0,025*	1,23–1,81
* P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.					

наблюдается достоверное увеличение некоторых показателей, что свидетельствует о положительном влиянии применяемых кормовых добавок.

Обсуждение результатов исследований. Затраты на кормление являются основной статьей расходов в современном птицеводстве. Обеспечение высоких показателей прироста при минимальных затратах – залог экономически успешного предприятия.

Обеспечение полноценного кормления птицы способствует высоким темпам роста и развития животного, более интенсивной яйценоскости в зрелом возрасте.

Исследования, проведенные многими учеными (М. Г. Лопатин, Т. А. Краснощекова, А. Ф. Гудкин, И. Д. Арнаутовский), показали, что в достаточной мере покрыть потребность животных в питательных элементах, используя только традиционные корма Дальнего Востока, практически невозможно, исходя из чего ставится задача в нахождении кормовых добавок, способных повысить качество местных кормов. Подобной кормовой добавкой может стать дигидрокверцетин, обладающий большим перечнем полезных свойств.

Анализ данных в конце эксперимента показывает, что более интенсивный рост наблюдался у цыплят опытных групп. Так, птицы опытных групп, получавшие добавку дигидрокверцетина в основной рацион, превосходили контрольную группу: I опытная группа превосходила контрольную на 0,98 %, II опытная группа – на 1,66 %, III опытная группа – на 1,88 %. Наилучшим результатом среди опытных групп отличалась III опытная группа. Развитие основных статей, коррелирующих с продуктивностью птицы, также лучше проходило у молодняка опытных групп.

Заключение. На основании изложенных данных, можно сделать вывод, что включение в рацион дигидрокверцетина положительным образом сказывается на росте и развитии молодняка кур-несушек. Наилучшими показателями обладали подопытные животные третьей опытной группы, получавшие с первой по 8 неделю 3 грамма, с 9 по 16 неделю – 4 грамма, с 17 по 21 неделю – 5 грамм дигидрокверцетина на голову в сутки.

Биохимический анализ крови подтверждает отсутствие отрицательного воздействия добавки на здоровье подопытных животных.

Список источников

1. Граб А. В. Полноценное кормление животных // Материалы 2-й науч.-практ. конф. Ставрополь : АГРУС, 2017. С. 301–306.
2. Скребнева К. С. Полноценное кормление – залог здорового состояния и высоких продуктивных качеств животных // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2019. С. 149–151.
3. Производство и использование спирулины в кормосмесях кур-несушек в ЗАО «Иртышская птицефабрика» Омской области / А. В. Беззубцев, Г. А. Ермоленко, В. С. Романов, Т. В. Гаврилова // Достижения и актуальные проблемы животноводства Западной Сибири : сб. науч. тр. Омск : Омский государственный аграрный университет, 2000. С. 104–110.
4. Система ведения животноводства в Амурской области : производственно-практический справочник. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. 452 с.
5. Mahfuz S., Shang Q., Piao X. Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: a review // Journal of Animal Science and Biotechnology. 2021. Vol. 12. P. 48.
6. Weidmann A. E. Dihydroquercetin: More than Just an Impurity? // European Journal of Pharmacology. 2012. Vol. 684. P. 19.
7. The effects of dietary flavonoid supplementation on the antioxidant status of laying hens / H. Iskender, G. Yenice, E. Dokumacioglu [et al.] // Brazilian Journal of Poultry Science. 2016. Vol. 18 (4). P. 663–668.

8. Foley S. L., Lynne A. M., Nayak R. Salmonella challenges: prevalence in swine and poultry and potential pathogenicity of such isolates // *Journal of Animal Science*. 2008. Vol. 86. P. E149–E162.
9. Fazilatun N. Normisah M., Zhari I. Superoxide radical scavenging properties of extracts and flavonoids isolated from the leaves of *Blumea balsamifera* // *Pharmaceutical Biology*. 2004. Vol. 42. P. 404–408.
10. Саввин А. В. Использование антиокислителя дигидрокверцетина в составе молочных продуктов // *Переработка молока*. 2006. № 7. С. 12–13.
11. Flavonoids: health promoting phytochemicals for animal production: a review / A. A. Kamboh, M. A. Arain, M. J. Mughal [et al.] // *Journal of Animal Health and Production*. 2015. Vol. 3 (1). P. 6.
12. Feeding dihydroquercetin and vitamin E to broiler chickens reared at standard and high ambient temperatures / V. R. Pirgozliev, S. C. Mansbridge, C. A. Westbrook [et al.] // *Archives of Animal Nutrition*. 2020. Vol. 74 (6). P. 496.
13. Плотников М. Б., Тюковнина Н. А., Плотникова Т. М. Лекарственные препараты на основе диквертина. Томск : Томский государственный университет, 2005. 208 с.
14. Уминский А. А., Хавстеен Б. Х., Баканева В. Ф. Биохимия флавоноидов и их значение в медицине. Пушино : Фотон-век, 2007. 264 с.
15. Бабкин В. А. Промышленное производство медицинских препаратов и биологически активных добавок из древесины и коры лиственницы // *Фундаментальная наука в интересах развития химической и химико-фармацевтической промышленности : материалы II науч.-практ. конф.* Пермь : Пермский государственный университет, 2004. С. 85–88.
16. Antioxidant activity of a dihydroquercetin isolated from *Larixgmelinii* (Rupr.) Wood / V. K. Kolhir, V. Bykov, A. I. Baginskaya [et al.] // *Phytotherapy research*. 1996. Vol. 10. P. 478–482.

References

1. Grab A. V. Polnotsennoe kormlenie zhivotnykh [Complete feeding of animals]. Proceedings from 2-ya Nauchno-prakticheskaya konferenciya – 2nd Scientific and Practical Conference. (PP. 301–306), Stavropol, AGRUS, 2017 (in Russ.).
2. Skrebneva K. S. Polnotsennoe kormlenie – zalog zdorovogo sostoyaniya i vysokikh produktivnykh kachestv zhivotnykh [Complete feeding is the key to a healthy state and high productive qualities of animals]. Proceedings from Actual issues of energy in the agro-industrial complex: *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya s mezhdunarodnym uchastiem – All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation*. (PP. 149–151), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019 (in Russ.).
3. Bezzubtsev A. V., Ermolenko G. A., Romanov V. S., Gavrilova T. V. Proizvodstvo i ispol'zovanie spiruliny v kormosmesyakh kur-nesushek v ZAO "Irtyskaya ptitsefabrika" Omskoi oblasti [Production and use of spirulina in feed mixtures of laying hens in CJSC "Irtysk poultry farm" of the Omsk region]. Proceedings from *Dostizheniya i aktual'nye problemy zhivotnovodstva Zapadnoi Sibiri – Achievements and actual problems of animal husbandry in Western Siberia*. (PP. 104–110), Omsk, Omskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2000 (in Russ.).
4. *Sistema vedeniya zhivotnovodstva v Amurskoj oblasti: proizvodstvenno-prakticheskij spravochnik [The system of animal husbandry in the Amur region: a production and practical guide]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2020, 452 p. (in Russ.).
5. Mahfuz S., Shang Q., Piao X. Phenolic compounds as natural feed additives in poultry and swine diets: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2021; 12: 48.
6. Weidmann A. E. Dihydroquercetin: More than Just an Impurity? *European Journal of Pharmacology*, 2012; 684: 19.
7. Iskender H., Yenice G., Dokumacioglu E., Kaynar O., Hayirli A., Kaya. A. The effects of dietary flavonoid supplementation on the antioxidant status of laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2016; 18: 663–668.

8. Foley S. L., Lynne A. M., Nayak R. Salmonella challenges: prevalence in swine and poultry and potential pathogenicity of such isolates. *Journal of Animal Science*, 2008; 86: E149–E162.
9. Fazilatun N. Nornisah M., Zhari I. Superoxide radical scavenging properties of extracts and flavonoids isolated from the leaves of *Blumea balsamifera*. *Pharmaceutical Biology*, 2004; 42: 404–408.
10. Savvin A. V. Ispol'zovanie antiokislitelya digidrokvertsetina v sostave molochnykh produktov [The use of the antioxidant dihydroquercetin in the composition of dairy products]. *Pererabotka moloka. – Milk processing*, 2006; 7: 12–13 (in Russ.).
11. Kamboh A. A., Arain M. A., Mughal M. J., Zaman A., Arain Z. M., Soomro A. H. Flavonoids: health promoting phytochemicals for animal production: a review. *Journal of Animal Health and Production*, 2015, 3: 6.
12. Pirgozliev V. R., Mansbridge S. C., Westbrook C. A., Woods C. A., Rose S. P., Whiting I. M. [et al.]. Feeding dihydroquercetin and vitamin E to broiler chickens reared at standard and high ambient temperatures. *Archives of Animal Nutrition*, 2020; 74: 496.
13. Plotnikov M. B., Tyukovnina N. A., Plotnikova T. M. *Lekarstvennyye preparaty na osnove dikvertina [Medicinal preparations based on diquertin]*, Tomsk, Tomskij gosudarstvennyj universitet, 2005, 208 p. (in Russ.).
14. Uminskii A. A., Khavsteen B. Kh., Bakaneva V. F. *Biokhimiya flavonoidov i ikh znachenie v meditsine [Biochemistry of flavonoids and their significance in medicine]*, Pushchino, Foton-vek, 2007, 264 p. (in Russ.).
15. Babkin V. A. Promyshlennoe proizvodstvo meditsinskikh preparatov i biologicheski aktivnykh dobavok iz drevesiny i kory listvennitsy [Industrial production of medical preparations and biologically active additives from timber and larch bark]. *Proceedings from Fundamental science for the development of chemical and chemical-pharmaceutical industry: II Nauchno-prakticheskaya konferenciya – II Scientific and Practical Conference*. (PP. 85–88), Perm', Permskij gosudarstvennyj universitet, 2004 (in Russ.).
16. Kolhir V. K., Bykov V., Baginskaya A. I., Sokolov S. I., Glazova N. G., Leskova T. E. Antioxidant activity of a dihydroquercetin isolated from *Larixgmelinii* (Rupr.) Wood. *Phytotherapy research*, 1996; 10: 478–482.

© Шарвадзе Р. Л., Пензин А. А., 2022

Статья поступила в редакцию 01.11.2022; одобрена после рецензирования 09.12.2022; принята к публикации 14.12.2022.

The article was submitted 01.11.2022; approved after reviewing 09.12.2022; accepted for publication 14.12.2022.

Информация об авторах

Шарвадзе Роини Леванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, fvmz@mail.ru;

Пензин Андрей Андреевич, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, penzin9898@mail.ru

Information about authors

Roini L. Sharvadze, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, fvmz@mail.ru;

Andrey A. Penzin, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, penzin9898@mail.ru

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.333.4

EDN XUNMFO

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_93

Технологические основы процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений**Анатолий Михайлович Бондаренко¹, Людмила Сергеевна Качанова², Сергей Михайлович Челбин³**¹ Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, Ростовская область, Зерноград, Россия² Российская таможенная академия, Московская область, Люберцы, Россия³ Филиал Российского сельскохозяйственного центра по Ростовской области Ростовская область, Ростов-на-Дону, Россия¹ bondanmih@rambler.ru, ² l.kachanova@customs-academy.ru, ³ rsc61lab@yandex.ru

Аннотация. Снижение импортозависимости Российской Федерации от иностранных государств предусматривает, прежде всего, развитие собственного производства продовольствия для населения страны. Основой укрепления продовольственной безопасности является агропромышленный комплекс и его основная составляющая – растениеводство. Увеличение производства растениеводческой продукции напрямую связано с состоянием почвенных ресурсов. Наиболее эффективным ресурсом восполнения почвенного плодородия являются гуминовые органоминеральные удобрения. Целью исследования является разработка функциональной схемы установки с обоснованием технологических параметров процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений «Гумат» марки С2 (в жидкой консистенции). В данной работе представлена разработанная функциональная схема установки с ее входными и выходными параметрами. Основным технологическим параметром установки является объемная производительность, которая зависит, в первую очередь, от времени цикла производства гуминовых органоминеральных удобрений марки «Гумат». На основе экспериментальных данных построена циклограмма для определения времени цикла, которое для данной конструкции технологической линии составило 20 минут. Производительность технологической линии достигает 150 л/час или 900 л/смену. Данное удобрение эффективно работает при обработке посевного материала зерновых культур и по вегетации при обработке листовой поверхности.

Ключевые слова: органоминеральные удобрения, гуминовые удобрения, технологическая линия, почвенное плодородие, продовольственная безопасность, производительность линии

Для цитирования: Бондаренко А. М., Качанова Л. С., Челбин С. М. Технологические основы процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 93–99. doi: 10.22450/199996837_2022_4_93.

Original article

Technological foundations of the production process of humic organomineral fertilizers**Anatoly M. Bondarenko¹, Lyudmila S. Kachanova², Sergey M. Chelbin³**¹ Azov Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University Rostov region, Zernograd, Russia² Russian Customs Academy, Moscow Region, Lyubertsy, Russia³ Branch of the Russian Agricultural Center in the Rostov region

Rostov region, Rostov-on-Don, Russia

¹ bondanmih@rambler.ru, ² l.kachanova@customs-academy.ru, ³ rsc61lab@yandex.ru

Abstract. Reducing the import dependence of the Russian Federation on foreign states provides, first of all, the development of its own food production for the population of the country. The basis for strengthening of food security is the agroindustrial complex and its main component (crop production). The increase in crop production is directly related to the state of soil resources. The humic organomineral fertilizers are the most effective resource for soil fertility replenishing. The purpose of the study is to develop a functional scheme of the plant with the justification of the technological parameters of the production process of humic organic fertilizers "Humat" of C2 brand (in liquid consistency). This paper presents the developed functional scheme of the plant with its input and output parameters. The main technological parameter of the plant is the volumetric capacity, which depends primarily on the cycle time of production of humic organomineral fertilizers of the brand "Humat". Based on experimental data, a cyclogram was constructed to determine the cycle time, which for this design of the technological line was 20 minutes. The capacity of the processing line reaches 150 l/hour or 900 l/cm. This preparation works effectively in the processing of seed material of grain crops and during vegetation in the processing of the leaf surface.

Keywords: organomineral fertilizers, humic fertilizers, technological line, soil fertility, food safety, line productivity

For citation: Bondarenko A. M., Kachanova L. S., Chelbin S. M. Tekhnologicheskie osnovy protsessy proizvodstva guminovykh organomineral'nykh udobrenii [Technological foundations of the production process of humic organomineral fertilizers]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 93–99. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_93.

Введение. В условиях назревающего мирового кризиса важным социальным и политическим условием является продовольственная безопасность государства. В вопросах продовольственной безопасности Российской Федерации главенствующая роль отводится агропромышленному комплексу и его основной отрасли – растениеводству [1, 2].

В 2022 году планируется получить более 145 млн. тонн зернобобовых культур, в том числе около 90 млн. тонн зерновых культур. Это является рекордным урожаем за последние десятилетия. Высокие урожаи зерновых культур сопровождаются значительным выносом питательных веществ из почвы и, как следствие, снижением почвенного плодородия. Восстановление почвенного плодородия, как правило, производится традиционными методами с использованием органических, минеральных удобрений и их смесей. При этом применяются твердые и жидкие органические удобрения, производимые на основе жидкого, полужидкого и твердого (подстильного) навоза и помета [3–5].

Анализ использования органических удобрений в РФ показал, что почти во всех регионах страны они вносятся в почву в недостаточных дозах. При норме внесе-

ния органических удобрений в Ростовской области 10–15 тонн на условный гектар пашни, реально вносится около 0,1 т/га. Связано это с рядом объективных и субъективных причин: снижение поголовья животных и птицы (уменьшение объемов выхода навоза различной консистенции); отсутствие эффективных технологий производства органических удобрений с учетом зональных особенностей регионов. Низкая органикообеспеченность полей требует поиска новых решений производства органических удобрений на основе мобилизации всех имеющихся органических ресурсов [6].

Перспективным направлением является производство и использование концентрированных органических удобрений (КОУ), которые вносятся в почву в малых дозах (от 1 до 10 т/га) с эффектом внесения 40–60 т/га традиционных твердых органических удобрений [7]. Разновидностью КОУ являются гуминовые органикоминеральные удобрения, которые в засушливых условиях юга России показали ряд преимуществ, основными из которых являются: обработка семян зерновых культур перед посевом, корневая и внекорневая подкормки, малые дозы внесения, повышение урожайности зерновых

культур (озимой пшеницы, ярового ячменя) на 25–30 %.

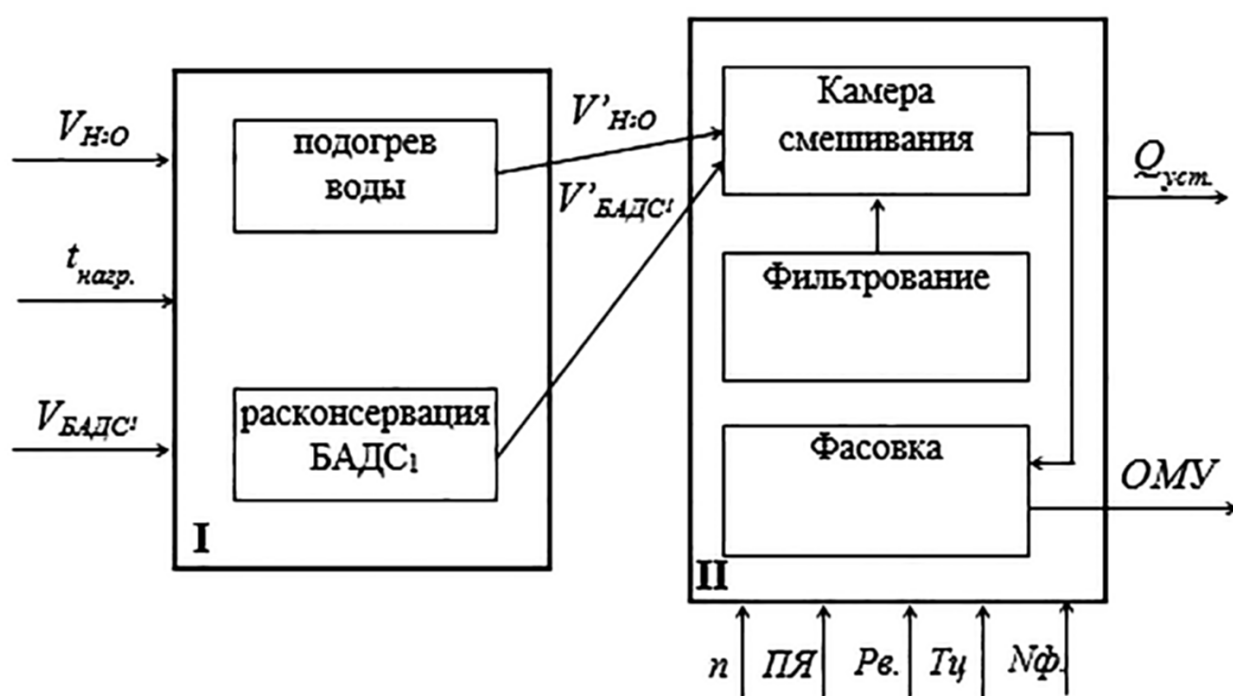
На юге России наиболее распространенной является жидкая форма органоминеральных удобрений, производимых на основе иркутских гуматов, имеющих в сравнении с другими препаратами наибольшее количество гуминовых кислот с высокой усвояемостью их почвой (до 95 %) [8]. Производство гуминовых органоминеральных удобрений основано на использовании готового концентрата водорастворимого сырья в виде порошка путем разбавления его водой для получения готового продукта.

Целью исследования является разработка функциональной схемы установки с обоснованием технологических параметров процесса производства гуминовых органоминеральных удобрений «Гумат».

Материалы и методы исследования. В работе применен системный подход для определения входных и выходных параметров рассматриваемой функциональной схемы установки с использованием математического аппарата для их обоснования.

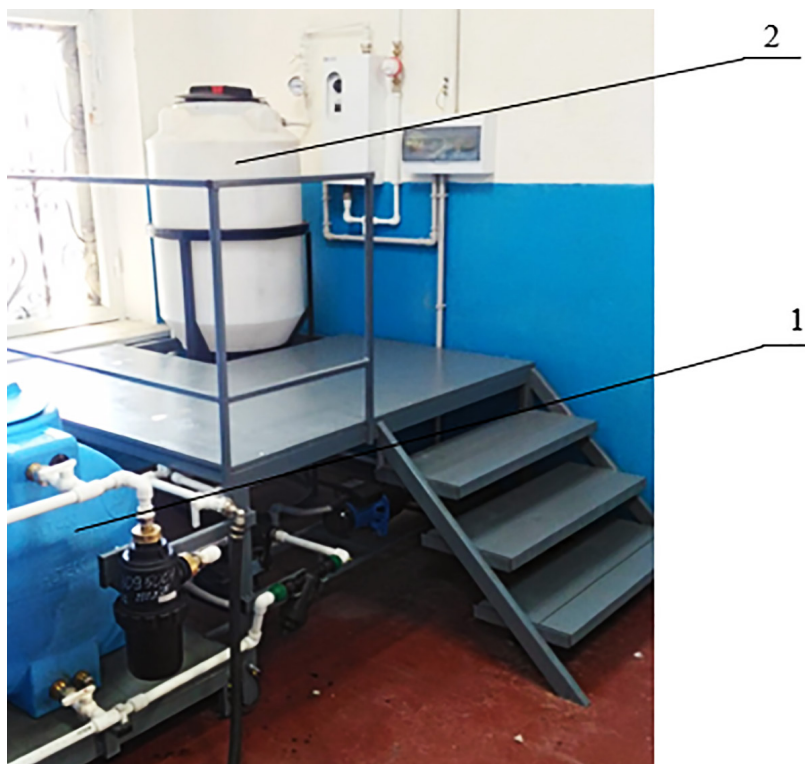
Результаты исследования. Функциональная схема установки представлена на рисунке 1 и включает в себя два основных блока: I блок – подготовка исходных компонентов, II блок – производство органоминеральных удобрений. Входными параметрами I блока являются объемы поступающей воды (V_{H_2O}) и объемы биологически активной добавки сухой концентрации ($V_{БАДС_1}$), а также время нагрева до требуемой температуры ($t_{нагр.}$).

Общий вид установки в технологической линии производства органоминеральных удобрений «Гумат» представлен на рисунке 2.



I – блок подготовки исходных компонентов; II – блок производства ОМУ;
 V_{H_2O} – объем воды для подогрева, м³; $t_{нагр.}$ – температура нагрева воды, °С;
 $V_{БАДС_1}$ – объем биологически активной добавки сухой концентрации, м³;
 n – частота вращения барабана камеры смешивания, мин⁻¹; ПЯ – пористость ячеек фильтровальной перегородки, мк; Nф. – количество форсунок для подачи воды, шт.;
 $P_в$ – давление воды, Па; $T_ц$ – время цикла производства ОМУ, мин.;
 $Q_{уст}$ – производительность установки, м³/ч

Рисунок 1 – Функциональная схема установки для производства органоминерального удобрения «Гумат»



1 – установка для производства органоминеральных удобрений;
2 – емкость для накопления готового продукта

Рисунок 2 – Общий вид установки в технологической линии производства органоминеральных удобрений «Гумат»

Основным технологическим параметром работы установки является ее производительность, которая определяется по формуле (1):

$$Q_{уст} = (V_{H_2O} + V_{БАДС}) / T_{ц} \quad (1)$$

где $T_{ц}$ – время цикла производства органоминеральных удобрений, мин.

Время цикла производства органоминеральных удобрений определяется из выражения (2):

$$T = (T_{zg} + T_{cl} + T_{см} + T_{ф} + T_{выг}) \cdot k \quad (2)$$

где T_{zg} – время подачи теплой воды, мин.;

T_{cl} – время подачи сухого концентрата БАД, мин.;

$T_{см}$ – время смешивания компонентов, мин.;

$T_{ф}$ – время фильтрования, мин.;

$T_{выг}$ – время выгрузки продукта, мин.;

k – коэффициент кратности подачи сухого концентрата в камеру смешивания, мин.; коэффициент определяется экспе-

риментальным путем, и принимается равным 0,75.

Под временем подачи теплой воды (T_{zg}) понимаются затраты времени, для четырехкратной цикличности ее подачи в емкость за один цикл при перемешивании исходного объема сухого концентрата БАД. Вода подогревается до температуры 30–35 °С.

Результаты экспериментальных исследований по определению времени цикла производства гуминовых удобрений представлены в виде циклограммы на рисунке 3. Расчеты приведены к камере смешивания объемом 50 литров при четырехкратной подаче БАД сухой концентрации с расходом 12 % на единицу объема воды.

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что $T_{ц}$ производства органоминеральных удобрений для данной конструкции камеры смешивания исходных компонентов составляет 20 минут.

Тогда, с учетом выражения (1), производительность технологической линии

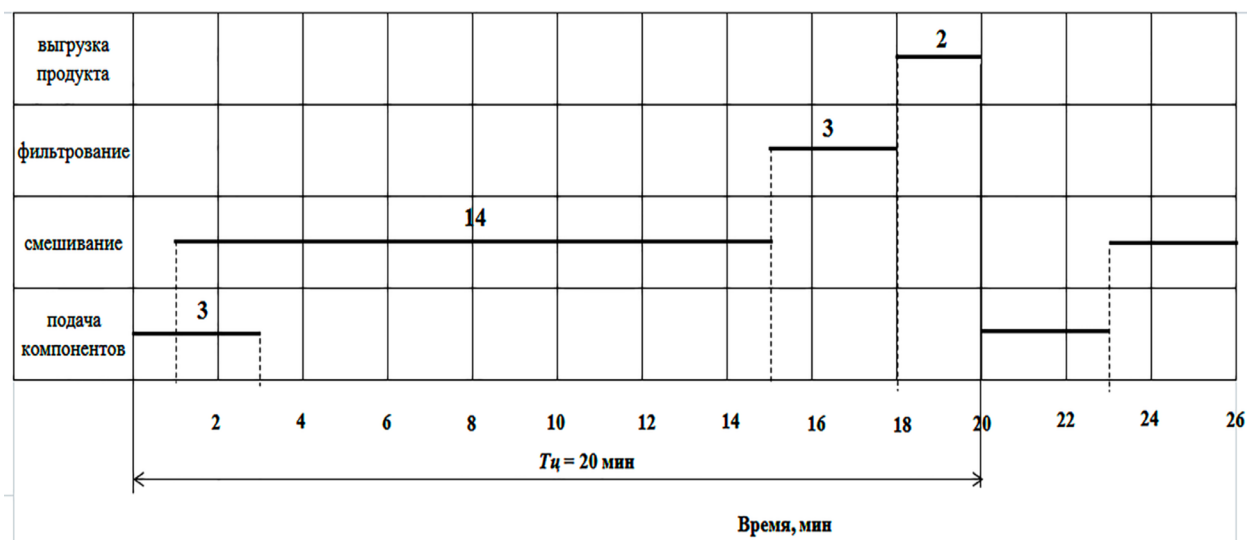


Рисунок 3 – Циклограмма определения времени цикла производства гуминовых удобрений

производства органоминерального удобрения «Гумат» составляет 120 л/час, а при часовой рабочей смене, составляющей 8 часов, – 900 л/смену.

Качество производимого удобрения зависит от наличия в нем гуминовых кислот и фракционного состава частиц. В данной конструкции камеры смешивания фракционный состав зависит от размера ячеек фильтровальной перегородки и должен обеспечивать бесперебойную работу опрыскивателей в процессе обработки растений. Качество смешивания компонентов смеси зависит от частоты вращения камеры смешивания и давления жидкости при выходе из форсунок (рис. 1). Данные параметры будут определены теоретически в будущих работах с целью уточнения времени смешивания компонентов.

Выводы. Разработанная функциональная схема установки для производ-

ства органоминерального удобрения «Гумат» позволила определить ее входные и выходные параметры, влияющие на качество производимого продукта.

Основным технологическим параметром является производительность технологической линии производства органоминерального удобрения, которая зависит от объема перерабатываемых компонентов и времени цикла на завершение разработанного процесса. Экспериментально установлено, что при камере смешивания 50 литров время цикла производства органоминерального удобрения «Гумат» составило 20 минут. Тогда, производительность технологической линии достигает 150 л/час или 900 л/смену.

Данный препарат эффективно работает при обработке посевного материала зерновых культур и по вегетации при обработке листовой поверхности.

Список источников

1. Санду И. С., Полухин А. А. Техничко-технологическая модернизация сельского хозяйства России // Экономика сельского хозяйства России. 2014. № 1. С. 5–8.
2. Санду И. С., Бурак П. И., Полухин А. А. Экономические аспекты технико-технологической модернизации сельского хозяйства в условиях интеграции в Евразийский экономический союз // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 7. С. 84–89.
3. Справочная книга по производству и применению органических удобрений / А. И. Еськов, М. Н. Новиков, С. М. Лукин [и др.]. Владимир : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2001. 496 с.

4. Головки А. Н., Попенко А. Ю., Хаценко А. В. Применение электрофизических методов для очистки жидких органических отходов животноводства // Активная честолюбивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству. 2021. № 2 (11). С. 90–97.

5. Домашенко Ю. Е. Проблемы и перспективы использования сточных вод для орошения : монография. Новочеркасск : Лик, 2017. 212 с.

6. Пиролизная технология – перспективный способ утилизации твердого высушенного навоза / А. В. Спиридонова, В. П. Друзьянова, О. М. Осмонов [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 1 (61). С. 143–145.

7. Босак В. Н. Агроэкономическая эффективность применения органических удобрений // Аграрная экономика. 2012. № 4. С. 49–54.

8. Исследование процесса производства гуминовых удобрений в системе экономической безопасности страны / А. М. Бондаренко, Л. С. Качанова, С. М. Челбин, А. Н. Головки // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 1 (61). С. 95–103.

References

1. Sandu I. S., Polukhin A. A. Tekhniko-tekhnologicheskaya modernizatsiya sel'skogo khozyaistva Rossii [Technical and technological modernization of the rural farms of Russia]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. – Agricultural Economics of Russia*, 2014; 1: 5–8 (in Russ.).

2. Sandu I. S., Burak P. I., Polukhin A. A. Ekonomicheskie aspekty tekhniko-tekhnologicheskoi modernizatsii sel'skogo khozyaistva v usloviyakh integratsii v Evraziiskii ekonomicheskii soyuz [Economic aspects of technician-technological modernization of agriculture in the conditions of integration into the Eurasian Economic Union]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii. – Agricultural Economics of Russia*, 2015; 7: 84–89 (in Russ.).

3. Es'kov A. I., Novikov M. N., Lukin S. M., Tarasov S. I., Ryabkov V. V., Kasatkov V. A. [et al.]. *Spravochnaya kniga po proizvodstvu i primeneniyu organicheskikh udobrenii [Reference book on the production and use of organic fertilizers]*, Vladimir, Rossiiskaya akademiya sel'skokhozyaistvennykh nauk, 2001, 496 p. (in Russ.).

4. Golovko A. N., Popenko A. Yu., Khatsenko A. V. Primenenie elektrofizicheskikh metodov dlya ochistki zhidkikh organicheskikh otkhodov zhivotnovodstva [Application of electrophysical methods for cleaning liquid organic waste of animal husbandry]. *Aktivnaya chestolyubivaya intellektual'naya molodezh' sel'skomu khozyaistvu. – Active ambitious intellectual youth for agriculture*, 2021; 2; 11: 90–97 (in Russ.).

5. Domashenko Yu. E. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya stochnykh vod dlya orosheniya: monografiya [Problems and prospects for the use of wastewater for irrigation: monograph]*, Novocherkassk, Lik, 2017, 212 p. (in Russ.).

6. Spiridonova A. V., Druz'yanova V. P., Osmonov O. M., Tarabukina O. K. Pirolyznaya tekhnologiya – perspektivnyi sposob utilizatsii tverdogo vysushennogo navoza [Pyrolysis technology is a promising way of dried manure solids utilization]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 1; 61: 143–145 (in Russ.).

7. Bosak V. N. Agroekonomicheskaya effektivnost' primeneniya organicheskikh udobrenii [Agroeconomic efficiency of the use of organic fertilizers]. *Agrarnaya ekonomika. – Agrarian Economy*, 2012; 4: 49–54 (in Russ.).

8. Bondarenko A. M., Качанова Л. С., Челбин С. М., Головки А. Н. Issledovanie protsessa proizvodstva guminovykh udobrenii v sisteme ekonomicheskoi bezopasnosti strany [Study of the production process of humic organomineral fertilizers in the system of economic security of the country]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 1; 61: 95–103 (in Russ.).

© Бондаренко А. М., Качанова Л. С., Челбин С. М., 2022

Статья поступила в редакцию 24.10.2022; одобрена после рецензирования 21.11.2022; принята к публикации 29.11.2022.

The article was submitted 24.10.2022; approved after reviewing 21.11.2022; accepted for publication 29.11.2022.

Информация об авторах

Бондаренко Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, bondanmih@rambler.ru;

Качанова Людмила Сергеевна, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, Российская таможенная академия, l.kachanova@customs-academy.ru;

Челбин Сергей Михайлович, кандидат экономических наук, филиал Российского сельскохозяйственного центра по Ростовской области, rsc61lab@yandex.ru

Information about authors

Anatoly M. Bondarenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Azov Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agricultural University, bondanmih@rambler.ru;

Lyudmila S. Kachanova, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, l.kachanova@customs-academy.ru;

Sergey M. Chelbin, Candidate of Economic Sciences, Branch of the Russian Agricultural Center in the Rostov region, rsc61lab@yandex.ru

Научная статья

УДК 631.86

EDN YHXWO

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_100

Оптимизация процесса переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах

Александр Николаевич Головки¹, Александр Викторович Хаценко²¹ Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, Ростовская область, Зерноград, Россия² Донской государственный технический университет
Ростовская область, Ростов-на-Дону, Россия¹ alexnikgol@rambler.ru, ² khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Аннотация. Экологичность производства сельскохозяйственной продукции приобретает в современных условиях все большее значение на фоне других показателей эффективности. Проблема конкурентоспособности в условиях современных проблем рыночной экономики и санкционной политики Запада является одной из основных, требующих скорейшего решения. Параллельно с продукцией животноводства в результате процесса производства образуются побочные продукты, такие как навоз. Современные технологии содержания животных предполагают использование гидросмыва навоза из производственных помещений. В результате требуется место для накопления этого побочного продукта и место для его хранения или его синхронная переработка. Такими местами для накопления, хранения и переработки являются прифермские навозохранилища. Требуемая площадь этих навозохранилищ зависит от технологии переработки жидкого навоза. Целью исследования является обоснование параметров оптимизации процесса переработки жидкого навоза на стадии цикла накопления в прифермских навозохранилищах с обеспечением современных экологических требований к переработке отходов животноводства. В исследованиях применялся метод системного анализа и метод моделирования. По методологии системного анализа процесс движения навоза по технологическому циклу представлен как цепь отдельных операций с соответствующими входными и выходными связями, параметры которых необходимо определить в процессе исследования. Для углубления связей и уточнения параметров этих связей блока переработки жидкого навоза в прифермском навозохранилище разработана оптимизационная модель процесса переработки жидкого навоза. Использование данной оптимизационной модели позволит определить наиболее оптимальный вариант при построении технологической линии переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах, что, в свою очередь, обеспечит снижение затрат на переработку жидкого навоза, снижение площадей прифермской территории за счет сокращения сроков переработки и обеспечения баланса производства и переработки жидкого навоза. Также повысится экономическая эффективность производства продукции растениеводства вследствие обеспечения необходимых объемов высококачественных жидких органических удобрений для их внесения.

Ключевые слова: жидкий навоз, переработка, получение жидкого навоза, переработка жидкого навоза, прифермское навозохранилище

Для цитирования: Головки А. Н., Хаценко А. В. Оптимизация процесса переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 100–107. doi: 10.22450/199996837_2022_4_100.

Original article

Optimization of liquid manure processing in near-farm manure storages

Aleksandr N. Golovko¹, Alexander V. Hatsenko²¹ Azov Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University
Rostov region, Zernograd, Russia² Don State Technical University, Rostov region, Rostov-on-Don, Russia¹ alexnikgol@rambler.ru, ² khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Abstract. The environmental friendliness of agricultural production is becoming increasingly important in modern conditions against the background of other performance indicators. The problem of competitiveness in the context of modern problems of the market economy and the sanctions policy of the West is one of the main ones that require an early solution. In parallel with livestock production, the production process produces by-products such as manure. Modern technologies for keeping animals involve the use of hydraulic washing of manure from production premises. As a result, a place to store this by-product and a place to store it or to process it synchronously is required. Such places for accumulation, storage and processing are near-farm manure storages. The required area of these manure storage facilities depends on the technology of liquid manure processing. The purpose of the study is to substantiate the parameters for optimizing the liquid manure processing at the stage of the accumulation cycle in near-farm manure storage facilities with the provision of modern environmental requirements for the processing of livestock waste. The studies used a system analysis method and a modeling method. According to the system analysis methodology, the process of manure movement along the process cycle is presented as a chain of individual operations with the corresponding input and output connections, the parameters of which must be determined during the study. To deepen the connections and clarify the parameters of these connections, the liquid manure processing unit in near-farm manure storage has developed an optimization model for liquid manure processing. The use of this optimization model will make it possible to determine the most optimal option when building a liquid manure processing line in the near-farm manure storage facilities, which in turn will reduce the cost of liquid manure processing, decrease areas of near-farm territory by shortening of processing time and ensuring a balance between the production and liquid manure processing. The economic efficiency of crop production will also increase due to the provision of the necessary volumes of high-quality liquid organic fertilizers for their application.

Keywords: liquid manure, recycling, liquid manure obtaining, liquid manure processing, near-farm manure storage

For citation: Golovko A. N., Hatsenko A. V. Optimizaciya processa pererabotki zhidkogo navoza v prifermskih navozohranilishchah [Optimization of liquid manure processing in near-farm manure storages]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 100–107. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_100.

Введение. Выполнение продовольственной программы страны в условиях внешнего санкционного давления накладывает на отрасли высокие требования к уровню организации процесса производства продукции. Одной из основных отраслей обеспечения России продовольствием, участвующей в производстве как сырья, так и основной продукции, выступает животноводство. Производимая этой отраслью продукция служит основным сырьем значительной доли предприятий,

производящих широкий спектр пищевой продукции в Российской Федерации [1, 2].

Целью исследования явилось обоснование параметров оптимизации процесса переработки жидкого навоза на стадии цикла накопления его в прифермских навозохранилищах с обеспечением современных экологических требований к переработке отходов животноводства.

Материалы и методы исследования. В исследованиях применялся метод

системного анализа и метод моделирования. По методологии системного анализа процесс движения навоза по технологическому циклу представлен как цепь отдельных операций с соответствующими входными и выходными связями, параметры которых необходимо определить в процессе исследования. Отдельные операции представлены функциональными блоками, наполнение которых зависит от входных и выходных параметров, которые объединены в общую технологическую цепь.

Системный подход позволяет решать задачи по определению связей основных операций в процессе технологического цикла движения продукта с начальным и конечным смежными блоками. Для изучения свойств и связей внутри объекта исследования был применен метод моделирования, по методологии которого реальный процесс заменяется более удобной для описания и исследования свойств и связей моделью, при условии сохранения основных характеристик объекта исследования [1, 3, 4].

Результаты исследований. В целях изучения технологического цикла переработки навоза в прифермском навозохранилище как отдельного блока разработанной ранее эколого-экономической модели производства органических удобрений [2], для углубления связей и уточнения параметров этих связей блока переработки жидкого навоза в прифермском навозохранилище разработана оптимизационная модель процесса переработки жидкого навоза. При разработке оптимизационной модели процесса переработки были приняты следующие ограничения:

1. *Стабильность подачи жидкого навоза* (выход жидкого навоза не должен превышать произведение суточного количества навоза от одного животного на количество голов плюс суточное количество технологических стоков).

2. *Однородность жидкого навоза, поступающего на переработку*, за счет его предварительной гомогенизации.

Выделены следующие факторы, влияющие на функционирование модели:

1. Блок «Перемешивание» – применение ветроротора Савониуса (ВС) огра-

ничено скоростью ветра больше или равной 4 м/с.

2. Блок химическое обеззараживание (ХО) – допустимо применение химических веществ и их составов, не требующих дальнейшего их удаления после переработки, перед внесением и не имеющих антропогенного воздействия на окружающую среду, отвечающих агротехническим требованиям при их применении [1, 5].

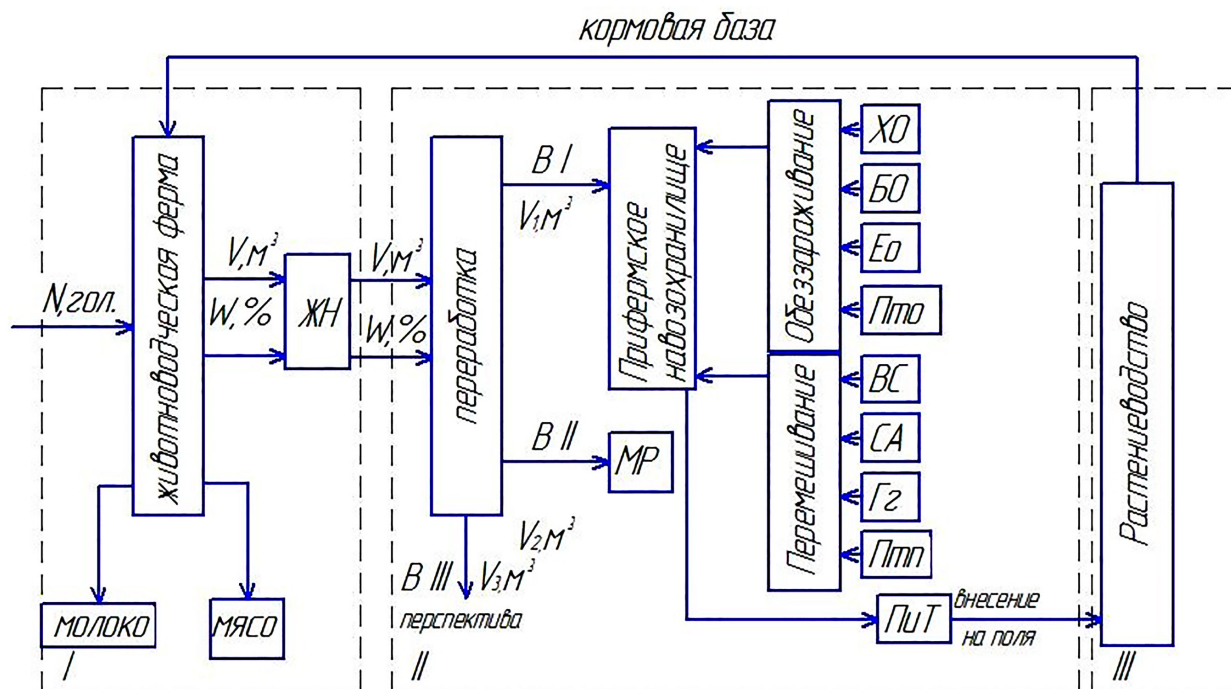
3. Блок биологическое обеззараживание (БО) – допустимо применение бактерий и других микроорганизмов, способствующих обеззараживанию навоза, разрешенных для использования в этих целях и обеспечивающих выполнение санитарно-биологических требований [6].

Процесс производства навоза при моделировании представлен блоком I (рис. 1). Блок организован двумя взаимосвязанными объектами. Блок «Животноводческая ферма» представлен технологическим помещением, где содержатся животные и второй блок (ЖН) представляет один из получаемых продуктов – жидкий навоз.

Определяющим входным параметром блока «Животноводческая ферма» является количество голов содержащихся на ферме вида животных (M), поскольку от этого параметра зависит суточный объем всего производимого жидкого навоза. Выходными параметрами этого блока являются объем жидкого навоза (V) и исходная влажность жидкого навоза на выходе из производственного помещения (W).

Блок II отвечает за процесс переработки. Продолжение технологического цикла переработки навоза предусмотрено в трех вариантах развития. *Первый вариант предусматривает накопление жидкого навоза в прифермском навозохранилище с последующей его переработкой.* Он представлен блоком «Прифермское навозохранилище».

Процесс переработки представлен двумя неотъемлемыми операциями, взаимосвязанными и отвечающими за скорость и качество процесса – «Обеззараживание» и «Перемешивание». Переработка навоза в прифермском навозохранилище обеспечивается двумя процессами, связи от которых показаны в этом блоке. Для обеззараживания жидкого навоза в данной



ЖН – жидкий навоз; МР – механическое разделение; ХО – химическое обеззараживание; БО – биологическое обеззараживание; ЕО – естественное обеззараживание; ПТО – перспективные технологии обеззараживания; ВС – ветроротор Савониуса; СА – самоходные амфибии; ГГ – гомогенизатор; ПТП – перспективные технологии перемешивания; ПИТ – погрузка и транспортировка

Рисунок 1 – Оптимизационная модель процесса переработки жидкого навоза в прифермском навозохранилище

модели блоками представлены несколько методов. Первый метод представлен блоком (ХО). Этот метод предполагает использование химических веществ для ускоренного обеззараживания, как в пространстве самого навозохранилища, так и в отдельных агрегатах или сооружениях, а также в процессе загрузки перед транспортировкой и внесением на поля. Метод широко известен [7] и предполагает использование химических веществ или их комбинации для обеззараживания жидкого навоза с использованием как химических веществ, не влияющих на агротехнологическую среду или разлагающихся на безвредные химически пассивные соединения, так и влияющих на агротехнологическую среду с применением нейтрализации или извлечения этих веществ перед внесением переработанного продукта на поля [7].

Второй метод представлен блоком (БО), где используются колонии искусственно культивированных бактерий, способных переработать жидкий навоз до

его безопасной формы непосредственно в самом прифермском навозохранилище [6, 8].

Следующий метод – естественное обеззараживание (блок ЕО). Предполагает аэробное сбраживание, с помощью которого жидкий навоз обеззараживается под воздействием содержащихся в нем бактерий и содержащегося в воздухе кислорода.

Кроме перечисленных методов, в данной модели предполагается использование перспективных экспериментальных методов, новых и комбинированных в совокупности с уже существующими методами. В связи с этим, представлен блок перспективных технологий обеззараживания (ПТО).

Практически все из перечисленных методов работают наиболее эффективно, а некоторые из них вообще не работают без блока «Перемешивание». Этот блок, в свою очередь, взаимосвязан в данной модели с четырьмя методами перемешива-

ния, которые представлены соответствующими блоками.

Первый блок (BC) предполагает использование для осуществления процесса перемешивания плавучей платформы с перемешивающим устройством, приводимым в движение ветроротором Савониуса, использующим один из возобновляемых источников энергии – энергию ветра (патент № 2732478 С1RU). При применении этого метода процесс перемешивания будет более энергосберегающим и экологическим по сравнению со стандартно применяемым перемешивающим оборудованием, работающим от вала отбора мощности двигателя внутреннего сгорания или электропривода.

Следующий блок (CA) предполагает использование для перемешивания самоходных амфибий – агрегатов, конструктивные особенности которых позволяют свободно перемещаться по всему объему навозохранилища, равномерно перемешивая слои жидкого навоза и ускоряя процесс обеззараживания. Данные разработки уже существуют у иностранных производителей и ведутся работы по испытанию отечественных разработок такого типа.

Блок (ГГ) предполагает использование различных гомогенизаторов с электроприводом и приводом от вала отбора мощности самоходных машин, которые в процессе перемешивания смешивают разделенные слои жидкого навоза, добываясь его однородности.

Другой блок (ПТП) предполагает использование перспективных технологий перемешивания, выделенных в особую группу из-за применяемых экспериментальных технологий с комбинацией уже существующих.

В продолжение технологического цикла переработанный продукт переходит к подблоку (ПИТ), отвечающему за погрузку и транспортировку с дальнейшим внесением на поля.

Во втором варианте, который представлен подблоком (MP), подразумевается механическое разделение, которое в данной модели имеет общее направление и подробно не рассматривается.

Третьим вариантом в данной работе обозначен перспективный, предполагающий использование технологий

перспективного развития. Блок «Растениеводство» отвечает за внедрение в технологию выращивания продукции растениеводства полученного продукта переработки жидкого навоза, который может быть использован при орошении пастбищ, выращивании кормовых культур, например, кукурузы на силос, то есть для тех сельскохозяйственных культур, агротехнологические требования которых позволяют вносить жидкие органические удобрения.

При внесении полученных удобрений согласно научно обоснованным нормам [3] обеспечивается повышение плодородия почв, что, в свою очередь, приведет к повышению урожайности указанных выше видов сельскохозяйственных культур.

В модели предусмотрена обратная связь между блоком I «Животноводческая ферма» и III «Растениеводство». Под обозначенной обратной связью предполагается частичное обеспечение животных кормовой базой [5, 9, 10].

Заключение. Описанные в модели функциональные связи отражают реальные процессы технологического цикла переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах.

Процесс моделирования позволяет оптимизировать построение технологической линии обеззараживания жидкого навоза в прифермских навозохранилищах в зависимости от условий, параметров проходящего в процессе технологического цикла продукта и имеющихся технологических возможностей построения технологической линии.

Немаловажное влияние на модель имеет включение сегментов энергосберегающих технологий, таких, как использование при перемешивании слоев жидкого навоза энергии ветра с помощью ветроротора Савониуса и передовых биотехнологий бактериального спектра, используемых для обеззараживания. Использование бактерий для обеззараживания позволяет также снизить объем вредных выбросов сопутствующих газообразных веществ, а использование энергии ветра для перемешивания позволяет снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду в зоне работы технологической линии.

Использование данной оптимизационной модели позволит определить наиболее оптимальный вариант при построении технологической линии переработки жидкого навоза в прифермских навозохранилищах, что, в свою очередь, обеспечит снижение затрат на переработку жидкого навоза, снижение площади прифермской территории за счет сокращения

сроков переработки и обеспечения баланса производства и переработки жидкого навоза.

Также возрастет экономическая эффективность производства продукции растениеводства вследствие обеспечения необходимых объемов высококачественных жидких органических удобрений для их внесения.

Список источников

1. Качанова Л. С. Управление технологическими процессами производства и применения органических удобрений в аграрном секторе экономики : монография. Зерноград : Азово-Черноморский инженерный институт, 2016. 217 с.
2. Качанова Л. С. Техничко-экономические критерии обоснования эффективности технологических процессов производства и использования удобрений // Научный журнал Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации. 2015. № 2 (18). С. 188–205.
3. Головки А. Н., Бондаренко А. М., Хаценко А. В. Эколого-экономическая модель технологического процесса получения, переработки жидкого навоза и применения полученных удобрений // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Т. 16. № 3. С. 81–88.
4. Качанова Л. С. Модель планирования дополнительного дохода от применения удобрений // Аграрная наука. 2016. № 6. С. 8–11.
5. Рекомендации по организации и проведению производственного экологического контроля систем переработки и использования навоза (помёта) (Порядок разработки технологического регламента) / под ред. А. Ю. Брюханова. СПб. : Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 2012. 59 с.
6. Бондаренко А. М., Качанова Л. С. Перспективные технологии переработки навоза в концентрированные органические удобрения // Вестник Московского государственного агроинженерного университета имени В. П. Горячкина. 2016. № 1 (71). С. 20–28.
7. Бондаренко А. М., Качанова Л. С. Ресурсосберегающая технология производства и применения жидких концентрированных органических удобрений в Ростовской области // Вестник Московского государственного агроинженерного университета имени В. П. Горячкина. 2016. № 2 (72). С. 19–28.
8. Друзьянова В. П., Сергеев Ю. А. Технология анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза крупного рогатого скота // Аграрная наука. 2015. № 5. С. 24–26.
9. Качанова Л. С. Ресурсно-продуктовые модели оптимизации производства и транспортировки органических удобрений // АПК: экономика, управление. 2016. № 7. С. 66–75.
10. Бондаренко А. М., Качанова Л. С. Уровень органообеспеченности сельскохозяйственных площадей как технико-экономический критерий эффективности применения органических удобрений // Научный журнал Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации. 2015. № 2 (18). С. 177–187.

References

1. Kachanova L. S. *Upravlenie tekhnologicheskimi protsessami proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobrenii v agrarnom sektore ekonomiki: monografiya [Management of technological processes for the production and application of organic fertilizers in the agricultural sector of the economy: monograph]*, Zernograd, Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut, 2016, 217 p. (in Russ.).
2. Kachanova L. S. *Tekhniko-ekonomicheskie kriterii obosnovaniya effektivnosti tekhnologicheskikh protsessov proizvodstva i ispol'zovaniya udobrenii [Feasibility study criteria*

for efficiency of fertilizer production and use processes]. *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta problem melioracii. – Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*, 2015; 2; 18: 188–205 (in Russ.).

3. Golovko A. N., Bondarenko A. M., Khatsenko A. V. Ekologo-ekonomicheskaya model' tekhnologicheskogo protsessa polucheniya, pererabotki zhidkogo navoza i primeneniya poluchennykh udobrenii [Ecological and economic model of the process of production, processing of liquid manure and application of the obtained fertilizers]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 16; 3: 81–88 (in Russ.).

4. Kachanova L. S. Model' planirovaniya dopolnitel'nogo dokhoda ot primeneniya udobrenii [Model for planning additional fertilizer revenue]. *Agrarnaya nauka. – Agricultural science*, 2016; 6: 8–11 (in Russ.).

5. Bryukhanov A. Yu. (Eds.). *Rekomendatsii po organizatsii i provedeniyu proizvodstvennogo ekologicheskogo kontrolya sistem pererabotki i ispol'zovaniya navoza (pometa) (Poryadok razrabotki tekhnologicheskogo reglamenta) [Recommendations on organization and conduct of industrial environmental control of manure processing and use systems (droppings) (Procedure for development of Process Regulations)]*, Sankt-Peterburg, Severo-Zapadnyj nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizacii i elektrifikacii sel'skogo hozyajstva, 2012, 59 p. (in Russ.).

6. Bondarenko A. M., Kachanova L. S. Perspektivnye tekhnologii pererabotki navoza v kontsentrirrovannye organicheskie udobreniya [Advanced technologies for processing manure into concentrated organic fertilizers]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta imeni V. P. Goryachkina. – Bulletin of the V. P. Goryachkin Moscow State Agroengineering University*, 2016; 1; 71: 20–28 (in Russ.).

7. Bondarenko A. M., Kachanova L. S. Resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva i primeneniya zhidkikh kontsentrirrovannykh organicheskikh udobrenii v Rostovskoi oblasti [Resource-saving technology of production and application of liquid concentrated organic fertilizers in Rostov region]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta imeni V. P. Goryachkina. – Bulletin of the V. P. Goryachkin Moscow State Agroengineering University*, 2016; 2; 72: 19–28 (in Russ.).

8. Druz'yanova V. P., Sergeev Yu. A. Tekhnologiya anaerobnogo sbrzhivaniya bespodstilochnogo navoza krupnogo rogatogo skota [Technology of anaerobic fermentation of non-dilute cattle manure]. *Agrarnaya nauka. – Agricultural science*, 2015; 5: 24–26 (in Russ.).

9. Kachanova L. S. Resursno-produktovye modeli optimizatsii proizvodstva i transportirovki organicheskikh udobrenii [Resource and product models for optimizing the production and transportation of organic fertilizers]. *APK: ekonomika, upravlenie. – Agro-industrial Complex: Economics, Management*, 2016; 7: 66–75 (in Russ.).

10. Bondarenko A. M., Kachanova L. S. Uroven' organoobespechennosti sel'skokhozyaystvennykh ploshchadei kak tekhniko-ekonomicheskii kriterii effektivnosti primeneniya organicheskikh udobrenii [The level of organic availability of agricultural areas as a technical and economic criterion for the effectiveness of the use of organic fertilizers]. *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta problem melioracii. – Scientific journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems*, 2015; 2; 18: 177–187 (in Russ.).

© Головки А. Н., Хаценко А. В., 2022

Статья поступила в редакцию 01.11.2022; одобрена после рецензирования 15.11.2022; принята к публикации 21.11.2022.

The article was submitted 01.11.2022; approved after reviewing 15.11.2022; accepted for publication 21.11.2022.

Информация об авторах

Головко Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, alexnikgol@rambler.ru;

Хаценко Александр Викторович, начальник учебной части – заместитель начальника кафедры военного учебного центра, Донской государственной технической университет, khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Information about authors

Aleksandr N. Golovko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agricultural University, alexnikgol@rambler.ru;

Alexander V. Hatsenko, Director of Studies – Deputy Head of the Department of the Military Studies Center, Don State Technical University, khatsenko.aleksandr@yandex.ru

Научная статья

УДК 629.33

EDN YIOZNW

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_108

Повышение эффективности использования грузовых транспортных средств при перевозке наливных грузов

Николай Вениаминович Пономарев¹, Дмитрий Владимирович Беляков²,
Зоя Фёдоровна Кривуца³, Сергей Васильевич Щитов⁴,
Евгений Евгеньевич Кузнецов⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

³ zfk20091@mail.ru, ⁴ shitov.sv1955@mail.ru, ⁵ ji.tor@mail.ru

Аннотация. В ходе производственных наблюдений за эксплуатацией автомобилей семейства КамАЗ в агропромышленном комплексе региона неоднократно наблюдались случаи, когда грузовой бортовой многоцелевой автомобиль использовался на перевозке наливных грузов, в частности органических или жидких минеральных удобрений, горюче-смазочных материалов. Необходимость использования автомобиля на такого рода транспортных операциях обоснована отсутствием в небольших крестьянско-фермерских хозяйствах специализированного автотранспорта для перевозки таких грузов. Характерной особенностью этого вида транспортных операций является такая важная отличительная черта, как смещение перевозимой жидкости в емкости в сторону выполняемого маневра, что наиболее значительно проявляется при движении по дорогам, имеющим поперечный или продольный уклон поверхности движения, приближенный к критическому. В этом случае, за счет неконтролируемого перетекания жидкости возникает дополнительный опрокидывающий момент, обусловленный смещением центра тяжести как груза, так и агрегата в общем случае. Особенно это опасно, когда приходится перевозить наливные грузы в частично заполненных емкостях без выравнивающих перегородок. Анализ теоретических исследований, показал, что на устойчивость движения оказывают значительное влияние как объем, вязкость и распределение жидкости в цистерне, так и силы, возникающие при внутреннем перемещении наливных грузов при криволинейном неравномерном движении автомобиля. Таким образом, с целью повышения управляемости, устойчивости, повышения надежности использования автомобиля, оборудованного емкостью для перевозки наливных грузов, с частичным заполнением жидкостью, необходимо применение инженерных подходов и поиск новых технических решений. В статье приводится обоснование воздействия на конструкцию автомобиля перемещения наливных грузов в перевозимой емкости в зависимости от уклона местности и состояния поверхности движения.

Ключевые слова: автомобиль, наливные грузы, стабилизирующий момент, возмущающий момент, автоцистерна, коэффициент устойчивости, центр масс, эффективность

Для цитирования: Пономарев Н. В., Беляков Д. В., Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Повышение эффективности использования грузовых транспортных средств при перевозке наливных грузов // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 108–113. doi: 10.22450/199996837_2022_4_108.

Original article

Efficiency improving of the cargo vehicles use in the bulk freight transportation

Nikolay V. Ponomarev¹, Dmitry V. Belyakov², Zoya F. Krivutsa³,
Sergey V. Shchitov⁴, Evgeny E. Kuznetsov⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

³ zfk20091@mail.ru, ⁴ shitov.sv1955@mail.ru, ⁵ ji.tor@mail.ru

Abstract. During production observations of the operation of cars of the KamAZ family in the agro-industrial complex of the region, cases have been repeatedly observed when a cargo on-board multi-purpose vehicle was used to transport bulk freight, in particular organic or liquid mineral fertilizers, fuels and lubricants. The need to use a car on such transport operations is justified by the lack of specialized vehicles in small peasant farms to transport such goods. A characteristic feature of this transport operation type is such an important distinguishing feature as the displacement of the transported liquid in the tank towards the maneuver being performed, which is most significantly manifested when driving on roads with a transverse or longitudinal slope of the movement surface, close to critical. In this case, due to uncontrolled flow of liquid, an additional overturning moment occurs due to the displacement of the center of gravity of both the cargo and the aggregate in the general case. This is especially dangerous when you have to transport bulk freight in partially filled containers without leveling partitions. An analysis of theoretical studies, showed that the movement stability is significantly influenced by both the volume, viscosity and distribution of liquid in the tank car, as well as the forces that arise during the internal movement of bulk freight with curvilinear uneven vehicle movement. Thus, in order to increase controllability, stability and the reliability of using a car equipped with a container for bulk freight transportation with partial filling with liquid, it is necessary to use engineering approaches and find new technical solutions. The article provides a justification for the impact on the design of the car of the movement of bulk goods in the transported container, depending on the terrain slope and the movement surface state.

Keywords: car, bulk freight, stabilizing moment, disturbing moment, tanker truck, stability factor, center of mass, efficiency

For citation: Ponomarev N. V., Belyakov D. V., Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya gruzovykh transportnykh sredstv pri perevozke nalivnykh gruzov [Efficiency improving of the cargo vehicles use in the bulk freight transportation]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 108–113. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_108.

Введение. При перевозке наливных или сыпучих грузов нередко наблюдается изменение устойчивости автомобиля следующих видов [1]:

- 1) нарушение поперечной устойчивости;
- 2) нарушение продольной устойчивости;
- 3) нарушение траекторной устойчивости вследствие скольжения колес автомобиля.

При перевозке наливных грузов наиболее часто встречаемое последствие нарушения устойчивости транспортного средства – поперечное опрокидывание или выезд за габариты дороги из-за скольжения колес по поверхности движения при недостаточных сцепных качествах в пятне контакта движителя и дороги [2]. При этом необходимо отметить, что продольное опрокидывание автомобиля наблюдается очень редко, так как продольный

габарит автомобиля значительно выше поперечного [3, 4].

Таким образом, возникает проблема по обеспечению безопасности движения автомобиля с наливными грузами, в частности, при выполнении им поворота или движения по дорогам, имеющим значительный продольный или поперечный уклон [5, 6].

При поиске технических решений данной проблемы необходимо, чтобы предложенная конструкция осуществляла выравнивание и заложенные воздействия в автоматическом режиме, а также являлась встраиваемой в ходовую систему автомобиля.

Целью исследований явилось обоснование воздействия на конструкцию автомобиля перемещения наливных грузов в перевозимой емкости в зависимости от уклона местности и состояния поверхности движения в повороте при

установке дополнительного выравнивающего-корректирующего устройства.

Результаты исследований. На основании анализа ранее проведенных исследований установлено, что при перевозке наливных грузов в дополнительной устанавливаемой емкости в повороте возникает дополнительный момент, стремящийся перевернуть автомобиль.

Для реализации поставленной цели и проведения теоретического обоснования исследуем механическую систему, состоящую из емкости (цистерны), частично заполненной жидкостью. При проведении исследований необходимо учитывать, что уровень заполнения цистерны напрямую влияет на поперечную устойчивость автомобиля, в связи с тем, что силы, создающие поворачивающие моменты, зависят от смещения центров масс жидкости в цистерне.

При проведении исследования движения механической системы, состоящей из автоцистерны и жидкости, целесообразно применить принцип Даламбера [7]. Согласно данному принципу, исследуемая

система является уравновешенной тогда и только тогда, когда к действующей на автомобиль активной силе прикладываются дополнительные силы инерции.

Критерием поперечной устойчивости движения транспортного средства на повороте или при движении по дороге, имеющей поперечный уклон, является коэффициент устойчивости автомобиля μ_A :

$$\mu_A = \frac{M_{\text{ст}(A)}}{M_{\text{воз}(A)}} \quad (1)$$

где $M_{\text{ст}(A)}$ – стабилизирующий момент относительно точки A , Н·м;

$M_{\text{воз}(A)}$ – возмущающий момент относительно точки A , Н·м.

Для определения значения коэффициента стабилизации устойчивости (μ_A) проанализируем действие сил на движущуюся по наклонному участку дороги пустую автоцистерну (рис. 1).

В соответствии с рисунком 1, в точке контакта с дорогой наружного колеса A стабилизирующий момент создается сила-

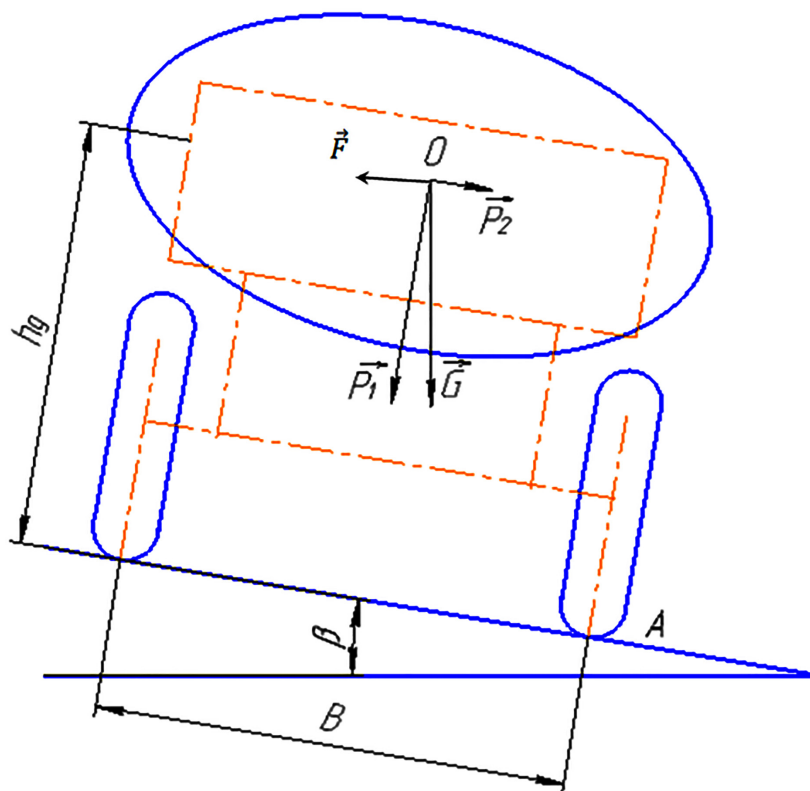


Рисунок 1 – Расчетная схема сил, действующих на пустую автоцистерну при поперечном уклоне дороги

ми тяжести и силами инерции, и определяется выражением (2):

$$M_{\text{ст}} = (P_1 + F \sin \beta)0,5B + Fh_g \cos \beta = (G \cos \beta + F \sin \beta)0,5B + Fh_g \cos \beta \quad (2)$$

где P_1 – тангенциальная составляющая силы тяжести, Н;

G – сила тяжести автомобиля и пустой цистерны, Н;

β – угол наклона дороги, град;

B – поперечная база автомобиля, м;

h_g – высота центра тяжести, м.

Возмущающий момент относительно точки A создается составляющей силы тяжести P_2 и определяется выражением (3):

$$M_{\text{воз}(A)} = P_2 h_g = G h_g \sin \beta \quad (3)$$

Подставляя в формулу (1) соответствующие значения стабилизирующего момента (2) и возмущающего момента (3), определим значение коэффициента устойчивости пустой автоцистерны:

$$\mu_{A1} = \frac{(G \cos \beta + F \sin \beta)0,5B + Fh_g \cos \beta}{G h_g \sin \beta} \quad (4)$$

При выполнении транспортных работ автоцистерной, частично заполненной жидкостью, происходит снижение поперечной устойчивости на криволинейном участке дороги за счет смещения центра масс жидкости в цистерне. Оценим коэффициент устойчивости автоцистерны, частично заполненной жидкостью, используя схему сил, представленную на рисунке 2.

В точке контакта с дорогой наружного колеса A стабилизирующий момент создается силами тяжести, силами инерции и определяется выражением (5):

$$M_{\text{ст}} = (G \cos \beta + F \sin \beta)0,5B + Fh_g \cos \beta + (G_{\text{ж}} \cos \beta + F_{\text{ж}} \sin \beta)(0,5B - a) + F_{\text{ж}} h_k \cos \beta \quad (5)$$

где $G_{\text{ж}}$ – сила тяжести наливной жидкости, Н;

F – сила инерции автомобиля и пустой цистерны, Н;

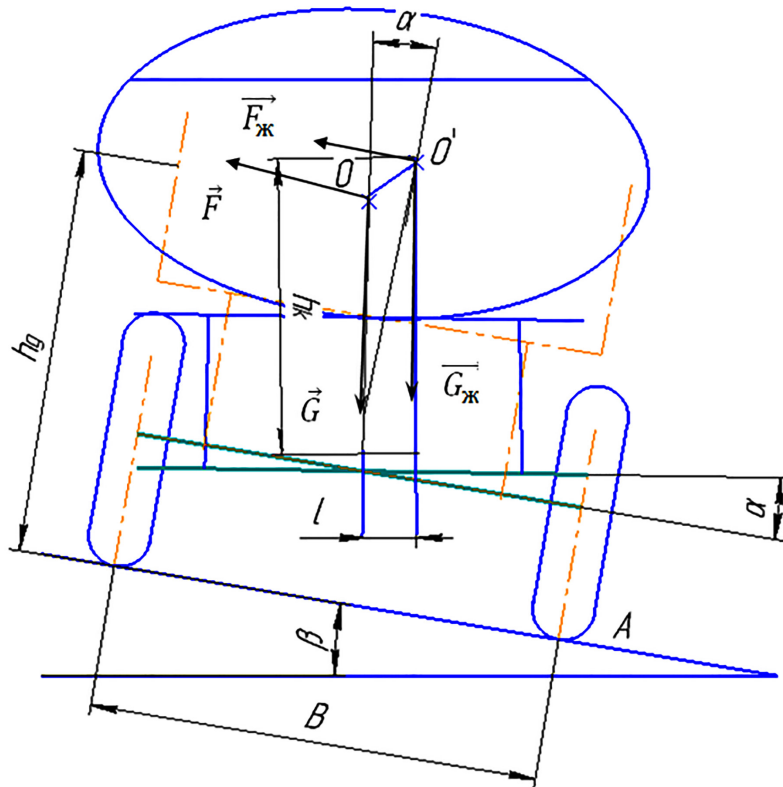


Рисунок 2 – Расчетная схема сил, действующих на автоцистерну, частично заполненную жидкостью

$F_{ж}$ – сила инерции наливной жидкости, Н;
 h_k – высота центра тяжести жидкости, м.

Значение возмущающего момента относительно точки A зависит от сил тяжести незаполненной автоцистерны и силы тяжести наливной жидкостью:

$$M_{воз(A)} = (Gh_g + G_{ж}h_k) \sin \beta \quad (6)$$

Учитывая выражения (5) и (6), коэффициент устойчивости автоцистерны, частично заполненной жидкостью, вычисляется формулой (7).

Анализ полученных формул (4) и (7) позволяет предположить, что установка предлагаемого устройства в значительной мере влияет на изменение значения ко-

эффициента устойчивости автомобиля за счет смещения центра масс наливной жидкостью.

$$\mu_{A2} = \frac{(G \cos \beta + F \sin \beta)0,5B + Fh_g \cos \beta}{(Gh_g + G_{ж}h_k) \sin \beta} + \frac{(G_{ж} \cos \beta + F_{ж} \sin \beta)(0,5B - a) + \frac{F_{ж}h_k \operatorname{ctg} \beta}{Gh_g + G_{ж}h_k}}{(Gh_g + G_{ж}h_k) \sin \beta} \quad (7)$$

Заключение. Сопоставляя значения коэффициентов устойчивости автоцистерны без жидкости и частично заполненной жидкостью, можно отметить, что на устойчивость движения автомобиля оказывают значительное влияние объем жидкости в цистерне и силы, возникающие в ходе внутреннего перемещения наливных грузов при криволинейном неравномерном движении автомобиля.

Список источников

1. Алдошин Н. В., Пехутов А. С. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 4. С. 26–27.
2. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств : монография / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина, О. А. Кузнецова. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. 148 с.
3. Обоснование параметрической устойчивости автомобиля на склоновой поверхности / Е. Е. Кузнецов, З. Ф. Кривуца, Ю. Б. Курков [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 2 (62). С.151–157.
4. Марков С. Н., Гончарук А. И. Влияние догружающе-распределяющего модуля на технологические характеристики колесного транспортного агрегата // Технический сервис машин. 2022. Т. 59. № 1 (146). С. 79–86.
5. Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. 272 с.
6. Belyaev V. I., Fruhauf M., Mainel T. Ecological consequences of conversion of steppe to arable land in Western Siberia // Europa Regional. 2004. Vol. 1. No. 4. PP. 13–21.
7. Эрдеди А. А., Эрдеди Н. А. Теоретическая механика. М. : КноРус, 2018. 416 с.

References

1. Aldoshin N. V., Pekhutov A. S. Povyshenie proizvoditel'nosti pri perevozke sel'skokhozyaistvennykh грузов [Improving productivity in the transportation of agricultural goods]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 2012; 4: 26–27 (in Russ.).
2. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Polikutina E. S., Kuznetsova O. A. *Povyshenie prodol'no-poperechnoi ustoichivosti i snizhenie tekhnogenogo vozdeistviya na pochvu kolesnykh mobil'nykh*

energeticheskikh sredstv: monografiya [Increasing the longitudinal-transverse stability and reducing the technogenic impact on the soil of wheeled mobile power vehicles: monograph], Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020, 148 p. (in Russ.).

3. Kuznetsov E. E., Krivutsa Z. F., Kurkov Yu. B., Dvoynova N. F., Soboleva N. V. Obosnovanie parametricheskoi ustoichivosti avtomobilya na sklonovoi poverkhnosti [Substantiation of the car parametric stability on hillside surface]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2022; 2: 151–157 (in Russ.).

4. Markov S. N., Goncharuk A. I. Vliyanie dogruzhayushche-raspredelyayushchego modulya na tekhnologicheskie kharakteristiki kolesnogo transportnogo agregata [Influence of the loading and distributing module on the technological characteristics of a wheeled transport unit]. *Tekhnicheskii servis mashin. – Technical service of machines*, 2022; 59; 1: 79–86 (in Russ.).

5. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeystviya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: monografiya [Improving the efficiency of the use of mobile energy in the technology of cultivation: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017, 272 p. (in Russ.).

6. Belyaev V. I., Fruhauf M., Mainel T. Ecological consequences of conversion of steppe to arable land in Western Siberia. *Europa Regional*, 2004; 1; 4: 13–21.

7. Erdedi A. A., Erdedi N. A. *Teoreticheskaya mekhanika [Theoretical mechanics]*, Moskva, KnoRus, 2018, 416 p. (in Russ.).

© Пономарев Н. В., Беляков Д. В., Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., 2022

Статья поступила в редакцию 01.11.2022; одобрена после рецензирования 30.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

The article was submitted 01.11.2022; approved after reviewing 30.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.

Информация об авторах

Пономарев Николай Вениаминович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет;

Беляков Дмитрий Владимирович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет;

Кривуца Зоя Федоровна, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, zfk20091@mail.ru;

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, shitov.sv1955@mail.ru;

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ji.tor@mail.ru

Information about authors

Nikolay V. Ponomarev, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University;

Dmitry V. Belyakov, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University;

Zoya F. Krivutsa, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, zfk20091@rambler.ru;

Sergei V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru;

Evgenii E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ji.tor@mail.ru

Научная статья

УДК 631.3:631.6.02

EDN YQRSHT

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_114

Влияние конструкции шпоры катка для сплошного прикатывания на рыхление и уплотнение почвы

Даба Нимаевич Раднаев¹, Юрий Антонович Сергеев²,
Андрей Александрович Абидуев³, Сергей Сергеевич Калашников⁴

^{1, 2, 3, 4} Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

¹ daba01@mail.ru, ² sergeev39.39@mail.ru,

³ abana47@mail.ru, ⁴ goodron@yandex.ru

Аннотация. Прикатывание после посева ускоряет процесс прогревания почвы, который способствует притоку почвенной влаги с нижних слоев к верхним. Следует отметить, что уплотнение поверхности легких каштановых почв Бурятии при засушливой и холодной весне является наиболее эффективным приемом в сохранении почвенной влаги от испарения, улучшении температурного и пищевого режимов пахотного слоя. Благодаря этому, прикатывание способствует повышению урожая многих сельскохозяйственных культур. Наиболее полезным является прикатывание почвы кольчатыми катками, но при этом нужно иметь ввиду то, что нельзя допускать большого разрыва во времени между прикатыванием и посевом, иначе возрастает опасность усиления ветрового сноса почвенных частиц. Таким образом, технологическая операция сплошного послепосевого прикатывания в общем обеспечивает рыхление и уплотнение поверхностного слоя. Для этого применяются различные типы сельскохозяйственных катков, среди которых наибольшее распространение получили кольчато-шпоровые. При выборе параметров катков необходимо учитывать размерные параметры комков почвы, а также расстояния между шпорами и допустимое смещение шпор. Для повышения эффективности воздействия на почву по глубине целесообразно применение катка с четырьмя шпорами по сравнению с катком с двумя шпорами, что обеспечивает относительное увеличение площади воздействия на почву.

Ключевые слова: посев, прикатывание посевов, кольчато-шпоровый каток, конструкции шпор, обоснование параметров

Для цитирования: Раднаев Д. Н., Сергеев Ю. А., Абидуев А. А., Калашников С. С. Влияние конструкции шпоры катка для сплошного прикатывания на рыхление и уплотнение почвы // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 114–121. doi: 10.22450/199996837_2022_4_114.

Original article

Impact of the roller lug design for continuous rolling on the loosening and compaction of the soil

Daba N. Radnaev¹, Yurii A. Sergeev²,
Andrei A. Abiduev³, Sergei S. Kalashnikov⁴

^{1, 2, 3, 4} Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov

Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

¹ daba01@mail.ru, ² sergeev39.39@mail.ru,

³ abana47@mail.ru, ⁴ goodron@yandex.ru

Abstract. Rolling after sowing accelerates the process of warming up the soil, which contributes to the inflow of soil moisture from the lower layers to the upper ones. It should be noted that

the compaction of the surface of light chestnut soils of Buryatia during a dry and cold spring is the most effective method in preserving soil moisture from evaporation, improving the temperature and nutritional regimes of the arable layer. Due to this, rolling helps to increase the yield of many agricultural crops. The most useful is the rolling of the soil with ring rollers, but it must be borne in mind that a large gap in time between rolling and sowing should not be allowed, otherwise the risk of wind drift strengthening of soil particles increases. Thus, the technological operation of continuous post-sowing packing generally provides loosening and compaction of the surface layer. For this, various types of agricultural rollers are used, among which star-wheeled rollers are most widely used. When choosing the parameters of the rollers, it is necessary to take into account the dimensional parameters of the soil clods, as well as the distance between the lugs and the allowable displacement of the lugs. To increase the effectiveness of the impact on the soil in depth, it is advisable to use a roller with fourth lugs compared to a roller with two lugs, which provides a relative increase in the area of impact on the soil.

Keywords: sowing, crop rolling, star-wheeled roller, lug design, justification of parameters

For citation: Radnaev D. N., Sergeev Yu. A., Abiduev A. A., Kalashnikov S. S. Vliyanie konstruktivnykh parametrov klyuchevykh dlya sploshnogo prikatyvaniya na rykhlenie i uplotnenie pochvy [Impact of the roller lug design for continuous rolling on the loosening and compaction of the soil]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 114–121. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_114.

Введение. Послепосевное прикатывание является важной технологической операцией в процессе возделывания зерновых культур. При ее качественном выполнении повышается урожайность возделываемых культур [1, 2, 3].

Прикатывание после посева ускоряет процесс прогревания почвы, который способствует притоку почвенной влаги с нижних слоев к верхним. Следует отметить, что уплотнение поверхности легких каштановых почв Бурятии при засушливой и холодной весне является наиболее эффективным приемом в сохранении почвенной влаги от испарения, улучшении температурного и пищевого режимов пахотного слоя, и этим самым способствует повышению урожая многих сельскохозяйственных культур [4].

Наиболее полезным является прикатывание почвы кольчатыми катками, но при этом нужно иметь в виду, что нельзя допускать большого разрыва во времени между прикатыванием и посевом, иначе возрастает опасность усиления ветрового сноса почвенных частиц. Таким образом, технологическая операция сплошного послепосевного прикатывания в общем обеспечивает рыхление и уплотнение поверхностного слоя.

Для этого применяются различные типы сельскохозяйственных катков, среди которых наибольшее распространение получили кольчато-шпоровые [5, 6, 7, 8].

Однако конструктивные параметры шпоровой рабочей поверхности недостаточно увязаны с технологическими особенностями почвы, ее агрегатным составом.

Цель работы состоит в повышении эффективности воздействия на почву по глубине кольчато-шпоровым катком.

Условия и методы исследований. При рассмотрении измельчающей способности шпорового катка необходимо учитывать эллиптическую форму среднестатистического почвенного комка, которая определяется следующими параметрами: a , b , c – соответственно длина, ширина и толщина.

Для анализа характеристики работы шпор были определены объемы отпечатка в почве шпор различной конструкции после приложения к ним давления катка величиной 0,09 мегапаскаль (рис. 1). Фиксация отпечатка проводилась полиэтиленовой пленкой с заполнением его при замере водой из мерного сосуда.

Твердость почвы измерялась стандартным методом с использованием твердомера Ревякина, после чего результаты переводились в плотность при помощи построенной зависимости плотности от твердости.

Влажность почвы определялась с помощью электронного сенсорного влагомера НН-2 «Delta-T Devices», снабженного цифровым индикатором.



1 – четыре шпоры; 2 – две шпоры

Рисунок 1 – Конструкции шпор кольчато-шпорового катка

Результаты исследований и их об-суждение. Анализируя крошащую способность шпорового катка, необходимо учитывать эллиптическую форму среднестатистического почвенного комка и эффективную зону воздействия рабочих органов на комок, составляющую около 0,50 характеризующего размера. Для таких условий длина шпор катка должна составлять не менее:

$$l_1 = t_1/2 + 0,25a \quad (1)$$

где a – определяющий размер комка, мм;
 l_1 – длина шпоры, мм;

При этом расстояние между шпорами должно быть не более:

$$l_2 = t_2 + 0,50a \quad (2)$$

Указанные зависимости учитывают толщину обода диска t_1 , толщину шпоры t_2 , а также определяющий размер комка a .

Результаты расчета возможных параметров шпорового катка показывают (табл. 1), что существующие параметры

серийного кольчато-шпорового катка отличаются от расчетных.

Среднее значение по большинству почвенных условий составляет соответственно для длины шпор и расстояния между ними 35,7 и 53,4 мм, что оказывается в 1,7–1,9 раза меньше размеров серийного катка.

Параметры серийного шпорового катка в большей степени соответствуют условиям работы с учетом наибольших крайних пределов размеров комков свежеспаханной почвы. При угловом расположении комка относительно рабочих элементов шпоры взаимосвязь длины шпоры l_1 и расстояния между шпорами l_2 может быть выражена с учетом геометрических размеров комков и шпор:

$$l_2 = \sqrt{0,25a^2 - (l_1 - z)^2} + z, \quad (3)$$

$$z = \sqrt{(0,25 - a)^2 + (0,25 - b)^2} \quad (4)$$

где a , b – определяющие размеры комка, мм;

l_1 – длина шпоры, мм.

Таблица 1 – Параметры шпорового катка

Вид катка	Длина шпоры, мм	Расстояние между шпорами, мм
Серийный каток ЗККШ-6 с четырьмя шпорами	60,0	100
Серийный каток ЗККШ-6 с двумя шпорами	60,0	100

При этом z – постоянная величина. Установленное целесообразное расстояние z между шпорами составляет 61,8 мм. Это значение величины расстояния между шпорами можно рассматривать как минимальное для самых неблагоприятных условий возможной встречи комка со шпорой.

При выборе расстояния между шпорами весьма важным является предотвращение возможности залипания и забивания их почвой. Для определения пределов, когда возможно забивание шпор почвой различной влажности, проведены экспериментальные исследования при расстоянии между шпорами 40; 50; 60 мм и длине шпор 60 мм (рис. 2).

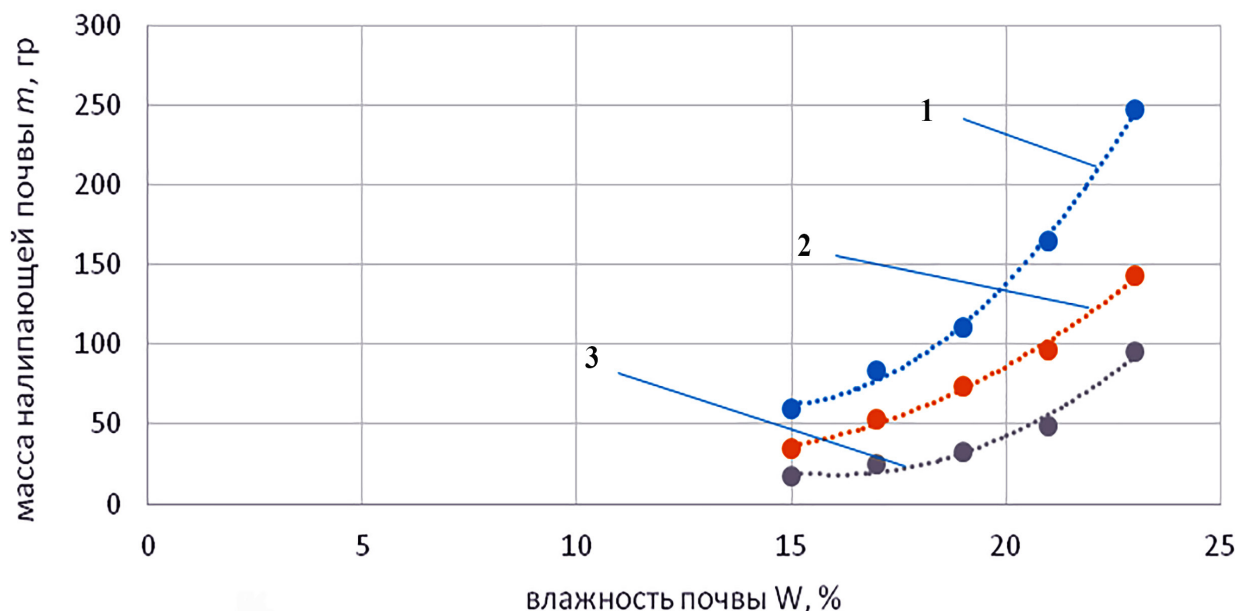
Наиболее характерно залипание проявляется при расстоянии между шпорами 40 мм. Залипание при расстоянии между шпорами 60 мм установлено только при влажности почвы 21 %. В остальных случаях при влажности почвы до 15 % отмечается незначительная разница в величине налипания почвы с изменением расстояния между шпорами. Таким образом, на каштановых почвах нормальной влажности возможно расстояние между шпорами не менее 60 мм.

Работа дисков шпорового катка не может рассматриваться изолированно. При совместной работе соседних дисков возможно создание условий для беспрепятственного прохождения через зону работы шпор комков значительных размеров. Варианты подобных положений комков могут быть различны. Одним из наименее благоприятных положений является угловое расположение комка у стенки одной из шпор. В этом случае условие эффективного разрушения комка может быть выражено через необходимое смещение шпор «е». С учетом размеров почвенных комков и конструктивных параметров катка необходимое смещение шпор составит:

$$l_2/2 + t_1 \cdot l_2 - 0,5b \tag{5}$$

где l_2 – расстояние между шпорами, мм;
 t_1 – толщина диска катка, мм;
 b – определяющий размер комка, мм.

С использованием полученных зависимостей было определено необходимое смещение шпор кольчато-шпорового катка с учетом среднестатистических, а также крайне возможных размеров комков каштановой почвы. Расчеты показывают (табл. 2), что при максимальных размерах



1) $l = 40$ мм; 2) $l = 50$ мм; 3) $l = 60$ мм

Рисунок 2 – Изменение массы m налипающей почвы влажностью W при различном расстоянии между шпорами l

Таблица 2 – Параметры катка для эффективного разрушения комков почвы

Характеристики почвы	Смещение шпор кольчато-шпорового катка, мм
Среднестатистические размеры комков: $a = 84,1$ мм; $b = 52,2$ мм; $c = 35,5$ мм	26,3–42,9
Крайние пределы размеров комков свежевспаханной почвы: $a = 57,5$ мм; $b = 38,1$ мм; $c = 24,4$ мм; $a = 155,5$ мм; $b = 101,7$ мм; $c = 44,0$ мм	19,0–42,3 2,6–42,3

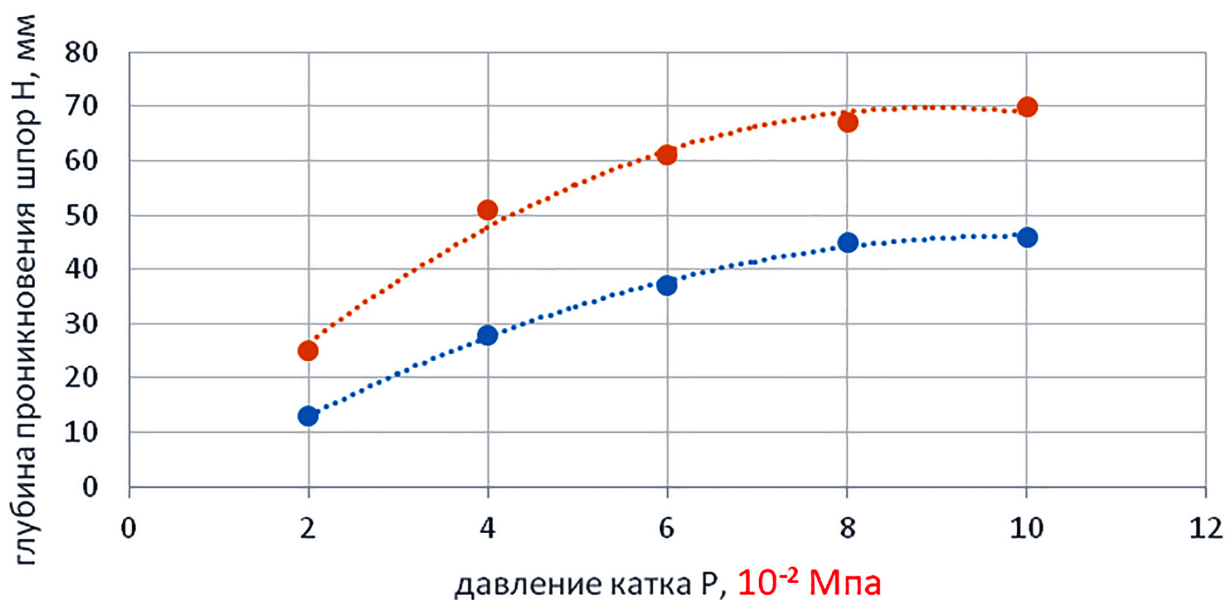
почвенных комков величина смещения шпор может быть небольшой. В средних условиях целесообразно смещение шпор на величину около 30 мм.

Качество рыхления и уплотнения почвы при сплошном прикатывании определяется эффективностью воздействия не только по площади, но и по глубине обработки. Для определения этого воздействия проведено экспериментальное сравнение шпор различной конструкции (рис. 3).

Результаты исследований показывают (табл. 3), что наибольшей энергоемкостью сопровождается процесс работы кольчато-шпорового катка с двумя шпо-

рами. Проведенное сравнение отражает технологические возможности шпор вне связи с объемом смещаемой почвы, который в решающей степени определяет энергоемкость процесса работы.

Для анализа этой характеристики работы шпор были определены объемы отпечатка в почве шпор различной конструкции после приложения к ним давления катка 0,09 мегапаскаль. При оценке использован относительный показатель, равный отношению объема отпечатка шпоры (V_w) к глубине ее проникновения (h_w). Оценочный показатель имеет размерность площади и в относительной мере характеризует сминаемую шпорой



красная кривая – каток с двумя шпорами; синяя кривая – каток с четырьмя шпорами

Рисунок 3 – Глубина проникновения H шпор в почву с изменением давления катка P

Таблица 3 – Характеристики сминаемой почвы шпорами различной конструкции

Тип шпоры	Средняя глубина проникновения шпоры ($h_{ш}$), мм (давление катка 0,09 Мпа)	Объем сминаемой почвы ($V_{ш}$), см ³ (давление катка 0,09 Мпа)	Относительный показатель $K_{ш} = V_{ш}/h_{ш}$
Кольчато-шпоровый каток с четырьмя шпорами	0,465	0,92	1,98
Кольчато-шпоровый каток с двумя шпорами	0,705	0,69	0,98

поверхность почвы. То есть это связано с опорной поверхностью катка.

Анализ полученных данных показывает, что по относительному показателю более высокие результаты обеспечивает кольчато-шпоровый каток с четырьмя шпорами. Наибольший объем сминаемой почвы получен при внедрении именно этого катка. Наиболее глубоко проникает в почву кольчато-шпоровый каток с двумя шпорами, но объем сминаемой при этом почвы наименьший.

Заключение. Таким образом, при выборе параметров катков необходимо учитывать размерные параметры комков почвы.

С учетом фактических размеров комка и тенденций забивания шпор почвой целесообразная величина расстояния между шпорами составляет не менее 60 мм. При работе целесообразно относительное смещение шпор на величину около 30 см.

Для повышения эффективности воздействия на почву по глубине целесообразно применение катка с четырьмя шпорами, которые обеспечивают относительное увеличение площади воздействия на почву.

Список источников

1. Калинин А. Кто разрыхляет почву, должен ее и уплотнять: прикатывающие катки в составе агрегатов для основной обработки почвы выполняют важные функции // Новое сельское хозяйство. 2006. № 2. С. 84–89.
2. Коломиец Н. В., Драган Д. И. Агрономические аспекты уплотнения почв Украины // Земледелие. 1991. № 5. С. 29–31.
3. Курдюмов В. И., Зыкин Е. С. Классификация почвообрабатывающих катков // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2004. № 11. С. 90–93.
4. Система земледелия Республики Бурятия : научно-практические рекомендации / под ред. А. П. Батудаева. Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, 2018. 349 с.
5. Оптимизация параметров и режимов работы почвообрабатывающего катка / В. И. Курдюмов, И. А. Шаронов, Е. Н. Прошкин [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 2. С. 5–7.
6. Курдюмов В. И., Шаронов И. А., Прошкин В. Е. Экспериментальные исследования почвообрабатывающего катка // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2 (26). С. 141–145.
7. Олексенко Ю. Ф. Прикатывание почвы повышает урожай // Земледелие. 1991. № 6. С. 59–60.

8. Сафонов В. В., Голубев В. В. Исследование деформации почвы под действием трубчатого катка // Вестник Московского государственного агроинженерного университета. 2006. Вып. 5. С. 85–86.

References

1. Kalinin A. Kto razrykhlyayet pochvu, dolzhen ee i uplotnyat': prikatyvayushchie katki v sostave agregatov dlya osnovnoi obrabotki pochvy vypolnyayut vazhnye funktsii [Who loosens the soil must also compact it: rollers as part of the aggregates for the main tillage perform important functions]. *Novoe sel'skoe khozyaistvo*. – *New Agriculture*, 2006; 2: 84–89 (in Russ.).

2. Kolomiets N. V., Dragan D. I. Agronomicheskie aspekty uplotneniya pochv Ukrainy [Agronomic aspects of soil compaction in Ukraine]. *Zemledelie*. – *Agriculture*, 1991; 5: 29–31 (in Russ.).

3. Kurdyumov V. I., Zykin E. S. Klassifikatsiya pochvoobrabatyvayushchikh katkov [Classification of tillage rollers]. *Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii*. – *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2004; 11: 90–93 (in Russ.).

4. Batudaev A. P. (Eds.). *Sistema zemledeliya Respubliki Buryatiya: nauchno-prakticheskie rekomendatsii* [The system of agriculture of the Republic of Buryatia: scientific and practical recommendations], Ulan-Ude, Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokozyajstvennaya akademiya imeni V. R. Filippova, 2018, 349 p. (in Russ.).

5. Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Proshkin E. N., Zykin E. S., Proshkin V. E. Optimizatsiya parametrov i rezhimov raboty pochvoobrabatyvayushchego katka [Optimization of parameters and modes of operation of a soil-cultivating roller]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva*. – *Mechanization and electrification of agriculture*, 2015; 2: 5–7 (in Russ.).

6. Kurdyumov V. I., Sharonov I. A., Proshkin V. E. Eksperimental'nye issledovaniya pochvoobrabatyvayushchego katka [Experimental studies of a soil-cultivating roller]. *Vestnik Ulyanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyajstvennoi akademii*. – *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2014; 2: 141–145 (in Russ.).

7. Oleksenko Yu. F. Prikatyvanie pochvy povyshaet urozhai [Rolling the soil increases the yield]. *Zemledelie*. – *Agriculture*, 1991; 6: 59–60 (in Russ.).

8. Safonov V. V., Golubev V. V. Issledovanie deformatsii pochvy pod deistviem trubchatogo katka [Study of soil deformation under the action of a tube roller]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenerenogo universiteta*. – *Herald of Moscow State Agricultural Engineering University*, 2006; 5: 85–86 (in Russ.).

© Раднаев Д. Н., Сергеев Ю. А., Абидуев А. А., Калашников С. С., 2022

Статья поступила в редакцию 28.10.2022; одобрена после рецензирования 25.11.2022; принята к публикации 02.12.2022.

The article was submitted 28.10.2022; approved after reviewing 25.11.2022; accepted for publication 02.12.2022.

Информация об авторах

Раднаев Даба Нимаевич, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, daba01@mail.ru;

Сергеев Юрий Антонович, доктор технических наук, профессор, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, sergeev39.39@mail.ru;

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

Калашников Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, goodron@yandex.ru

Information about authors

Daba N. Radnaev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, daba01@mail.ru;

Yurii A. Sergeev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, sergeev39.39@mail.ru;

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

Sergei S. Kalashnikov, Candidate of Technical Sciences, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, goodron@yandex.ru

Научная статья

УДК 543.645.6+577.1

EDN WMTUFQ

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_122

Функциональное исследование противоопухолевых природных пищевых пептидов

Сергей Леонидович Тихонов¹, Наталья Валерьевна Тихонова²

^{1,2} Уральский государственный экономический университет

Свердловская область, Екатеринбург, Россия

¹ tihonov75@bk.ru

Аннотация. Проведены исследования по оценке противоопухолевой активности пептидов, выделенных из ферментативного гидролизата молозива коров. Пептиды молозива исследовали на масс-спектрометре МАЛДИ-ТОФ, расшифровку проводили с помощью базы данных Mascot, опция Peptide Fingerprint («Matrix Science», США) и с использованием базы данных Protein NCBI. В качестве модельного объекта применяли клеточные линии С6 (ATCC CCL-107TM), пассаж которых не превышал 15 на время проведения экспериментальных работ, и НЕК 293Т (ATCC CRL-3216TM), пассаж которых не превышал 20 на время проведения экспериментальных работ. В качестве стандартных использовали следующие значения концентраций исследуемых образцов: 500; 400; 300; 200; 100 и 50 мкг/мл. В качестве негативного контроля применяли клетки, к которым не добавляли индивидуальные пептиды. В ходе эксперимента клетки С6 рассаживали в 96-луночный планшет в количестве десяти тысяч клеток на лунку. К клеткам добавляли исследуемые пептиды (RR1, ТТ3, mpR1, mpT, RR4, Т1.1). При использовании пептида RR1 через 48 часов происходит снижение популяции клеточной линии С6 на 50 %. Минимальная концентрация пептида RR1, при которой за 48 часов погибает 50 % опухолевых клеток, составляет 351,7 мкг/мл (достоверность результата: $R^2 = 0,7217$). Установлено, что противоопухолевый пептид RR1 состоит из восьми аминокислот и имеет молекулярную массу 9,0 кДа. В известных протеомных базах данных выделенный пептид из молозива коровы RR1 отсутствует, соответственно, биологические функции его не исследованы. Установлено, что у данного образца пептида изоэлектрическая точка находится в сильнощелочной среде – 10,63 и не зависит от преобладания аминных или карбоксильных групп в составе пептида. Для пептида RR1 значение гидрофильности составило 18,57 Ккал·моль⁻¹. 3D-модель исследуемого пептида позволила установить, что он обладает невысокой химической активностью, так как его заряд равен +2.

Ключевые слова: пептиды, противоопухолевая активность, молозиво коров, структура, гидрофильность, изоэлектрическая точка

Для цитирования: Тихонов С. Л., Тихонова Н. В. Функциональное исследование противоопухолевых природных пищевых пептидов // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 122–130. doi: 10.22450/199996837_2022_4_122.

Original article

Functional study of antitumorigenic natural food peptides

Sergey L. Tikhonov¹, Natalia V. Tikhonova²

^{1,2} Ural State University of Economics, Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Russia

¹ tihonov75@bk.ru

Abstract. Studies have been conducted to evaluate the antitumorigenic activity of peptides isolated from enzymatic hydrolysate of cow colostrum. The colostrum peptides were studied by

a MALDI-TOF mass spectrometer, decryption was carried out using the Mascot database, option was the Peptide Fingerprint ("Matrix Science", USA) using the Protein NCBI database. As a model object, cell lines C6 (ATCC CCL-107) were used, the range of which did not exceed 15 at the time of experimental work, and HEK 293T (ATCC CRL-3216), the passage of which did not exceed 20 at the time of experimental work. The following values of the concentrations of the studied samples were used as standard values: 500; 400; 300; 200; 100; 50 mcg/ml. As a negative control, cells were used to which individual peptides were not added. During the experiment, C6 cells were placed in a 96-well tablet in the amount of 10,000 cells per well. The studied peptides (RR1, TT3, mpR1, mpT, RR4, T1.1) were added to the cells. When using the RR1 peptide, the population of the C6 cell line decreases by 50 % after 48 hours. The minimum concentration of the peptide RR1, at which 50 % of tumor cells die in 48 hours, is 351.7 mcg/ml (reliability of the result: $R^2 = 0.7217$). The antitumorigenic peptide RR1 consists of 8 amino acids and has a molecular weight of 9.0 kDa. In the known proteomic databases, the isolated peptide RR1 from cow colostrum is absent, accordingly, its biological functions have not been studied. It was found that an isoelectric point of the studied peptide sample is in a strongly alkaline medium – 10.63 and does not depend on the predominance of amine or carboxyl groups in the peptide composition. For the peptide RR1, the hydrophilicity value was 18.57 Kcal·mol⁻¹. The 3D model of the studied peptide allowed us to establish that it had low chemical activity since its charge was +2.

Keywords: peptides, antitumorigenic activity, cow colostrum, structure, hydrophilicity, isoelectric point

For citation: Tikhonov S. L., Tikhonova N. V. Funktsional'noe issledovanie protivopukholyevykh prirodnykh pishchevykh peptidov [Functional study of antitumorigenic natural food peptides]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 122–130. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_122.

Современные научные данные свидетельствуют о том, что пищевые белки не только служат питательными веществами, но и могут модулировать физиологические функции организма. Эти физиологические функции в основном регулируются некоторыми биопептидами, которые зашифрованы в последовательностях нативного белка. Такие пептиды рассматриваются в качестве функциональных ингредиентов при разработке нутрицевтиков или функциональных продуктов питания [1–4].

Авторами работы [5] установлено, что пептиды устриц эффективно уменьшали вызванное циклофосфамидом повреждение кишечника и нормализовали структуру кишечной микробиоты у мышей, что позволяет предположить о возможности использования пептидов в качестве полезного ингредиента в функциональных продуктах питания для иммунной регуляции.

Авторами работы [6] доказано, что некоторые пептиды, полученные из пищевых белков, обладают противоопухолевой активностью в культивируемых раковых клетках, а также в моделях рака на животных посредством различных механизмов,

включая индукцию апоптоза, остановку клеточного цикла, разрушение клеточных мембран, ингибирование внутриклеточной передачи сигналов, топоизомераз и протеаз, и антиангиогенную активность. Но вместе с тем, механизм действия противораковых пищевых пептидов еще предстоит четко выяснить. Существует потенциал для практического применения пептидов в качестве функциональных пищевых и нутрицевтических ингредиентов, особенно в адьювантной терапии рака.

Применение противоопухолевых пептидов в терапии рака представляет интерес, так как молекулы пептидов имеют небольшой размер, демонстрируют хорошую клеточную диффузию и проницаемость; влияют на один или несколько специфических молекулярных путей, участвующих в канцерогенезе и не являются генотоксичными [7].

Синтезированные рибосомами катионные антимикробные пептиды (AMPs) или пептиды защиты хозяина (HDP) проявляют активность широкого спектра против бактерий, основанную на электростатических взаимодействиях с отрицательно заряженными липидами на поверхности

бактерий. Из-за увеличенной доли фосфатидилсерина (отрицательно заряженного) на поверхности раковых клеток по сравнению с нормальными клетками, катионные амфипатические пептиды могут быть эффективным источником противоопухолевых агентов, которые являются как селективными, так и невосприимчивыми к существующим механизмам резистентности [8].

Небольшие пептиды, известные как проникающие в клетки пептиды (CPP), получают из белков вирусов, насекомых или млекопитающих. Подобные пептиды могут быть ковалентно присоединены к различным лекарственным носителям и использованы для доставки лекарств, а также включены в визуализирующие агенты, наночастицы, липосомы, олигонуклеотиды и специфические молекулярные мишени в раковых клетках [9].

Цитолитические пептиды (5-30 АА) обладают амфифильными и катионными свойствами, что позволяет им проникать через клеточные мембраны и убивать раковые клетки [10]. Пептиды, покрытые оболочкой, можно использовать против клеточной линии рака молочной железы MDA-MB-231. Результаты показывают, что матриксные металлопротеиназы могут разрушать цитолитическую мембрану раковых клеток [11].

Различные пептиды, полученные из животных белков, такие как ангиотензин и пептид, ингибирующий рост (GIP), полученный из α -фетопротеина проявляют значительные противоопухолевые свойства [12].

Таким образом, *целью исследования является оценка противоопухолевой активности пептидов, выделенных из ферментативного гидролизата молозива коров.*

Методы исследований. Пептиды молозива коров исследовали на масс-спектрометре МАЛДИ-ТОФ. Расшифровку проводили с помощью базы данных Mascot, опция Peptide Fingerprint («Matrix Science», США), с использованием базы данных Protein NCBI. Расчет велся по формуле (1):

$$Score = \frac{50000}{M_{prot} \times P_{nmi}} \quad (1)$$

где M_{prot} – молекулярная масса для каждого совпавшего белка;

P_{nmi} – произведение, которое рассчитывается из Mowse-матрицы весов M для каждого совпадения экспериментальных данных и масс пептидов, рассчитанных из записей в геномной базе данных Protein NCBI.

Культивирование клеток. В качестве модельного объекта использовали клеточные линии С6 (ATCC CCL-107TM), пассаж которых не превышал 15 на время проведения экспериментальных работ, и НЕК 293Т (ATCC CRL-3216TM), пассаж которых не превышал 20 на время проведения экспериментальных работ.

Для культивирования использовали среду DMEM (Gibco, США), с добавлением (до конечного объема) 10 % Fetal Bovine Serum (FBS) (Capricorn, США), 1 % Sodium Pyruvate (Gibco, США), 1 % GlutaMAX (Gibco, США), 1 % Penicillin/Streptomycin (Gibco, США).

При исследовании клетки хранили в CO₂-инкубаторе при условиях: 5 % CO₂, 95 % влажности. За две недели до начала проведения эксперимента клетки проверяли на наличие микоплазмы набором MycoReport (Евроген, Россия).

Определение жизнеспособности клеток. В качестве стандартных использовали следующие значения концентраций исследуемых образцов: 500; 400; 300; 200; 100; 50 мкг/мл. В качестве негативного контроля применяли клетки, к которым не добавляли индивидуальные пептиды. В качестве положительного контроля был добавлен PBS (pH 7.4) в объеме 50 % от общего объема среды лунки (100 мкл).

В ходе эксперимента клетки С6 рассаживали в 96-луночный планшет в количестве 10 000 клеток на лунку (Eppendorf, Германия). К клеткам добавляли исследуемые пептиды (RR1, TT3, mpR1, mpT, RR4, T1.1).

Для получения достоверных результатов изучение противоопухолевой активности пептидов осуществляли с пятикратной повторностью. В этой связи, в одном 96-луночном планшете было всего два образца. Всего в ходе эксперимента использовали три планшета. На первом планшете исследовали образцы RR1, TT3; на втором

планшете – mрR1, mрT; на третьем планшете – RR4, T1.1.

На рисунке 1 в качестве примера показана схема изучения противоопухолевой активности для образцов RR1 и TT3.

Спустя 48 часов культивирования в лунки добавляли реагент Presto-Blue (Merck, США) (конечная концентрация 1 мкг/мл) для прижизненной оценки жизнеспособности. Затем клетки помещали в CO₂-инкубатор на 20 минут. После этого проводили анализ на приборе ClarioStar (BMG Labtech, Россия).

Статистический анализ. Статистический анализ проводили в программе GraphPad Prism 8.1 (GraphPad Software, США). Результат статистической обработки ингибирующей дозы 50 % представлен в виде нелинейной регрессии, при этом каждое значение представлено в виде: среднее и плюс (минус) стандартное отклонение. Достоверным считалось значение R², превышающее 0,65.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе эксперимента обнаружено, что пептид RR1 обладает противоопухолевым действием, так как ингибирует рост раковых клеток линии С6 (рис. 2). Результаты позволили установить, что при

использовании пептида RR1 через 48 часов происходит снижение популяции клеточной линии С6 на 50 %.

Возможно, это связано с тем, что пептид RR1 влияет на работу митохондриальной системы клетки, которая играет ключевую роль в процессе окислительного фосфорилирования. Анализ полученных данных (рис. 2), показал, что минимальная концентрация пептида RR1, при которой за 48 часов погибает 50 % опухолевых клеток, составляет 351,7 мкг/мл (достоверность результата: R² = 0,7217).

Остальные пептиды не показали достоверных результатов (R² < 0,65) (рис. 2), возможно, ввиду неспецифичности действия или сложной пространственной структуры.

Целесообразно дать характеристику пептида, обладающего противоопухолевой активностью (табл. 1). Из данных таблицы следует, что пептид RR1 состоит из 8 аминокислот и имеет молекулярную массу 9,0 кДа.

В известных протеомных базах данных выделенный пептид RR1 из молозива коровы отсутствует, и, соответственно, его биологические функции не исследованы.

Образец RR1

Образец TT3

НК	НК	НК	НК	НК	НК	НК	НК	НК	НК	–	–
RR1 (500)	RR1 (500)	RR1 (500)	RR1 (500)	RR1 (500)	TT3 (500)	TT3 (500)	TT3 (500)	TT3 (500)	TT3 (500)	–	–
RR1 (400)	RR1 (400)	RR1 (400)	RR1 (400)	RR1 (400)	TT3 (400)	TT3 (400)	TT3 (400)	TT3 (400)	TT3 (400)	–	–
RR1 (300)	RR1 (300)	RR1 (300)	RR1 (300)	RR1 (300)	TT3 (300)	TT3 (300)	TT3 (300)	TT3 (300)	TT3 (300)	–	–
RR1 (200)	RR1 (200)	RR1 (200)	RR1 (200)	RR1 (200)	TT3 (200)	TT3 (200)	TT3 (200)	TT3 (200)	TT3 (200)	–	–
RR1 (100)	RR1 (100)	RR1 (100)	RR1 (100)	RR1 (100)	TT3 (100)	TT3 (100)	TT3 (100)	TT3 (100)	TT3 (100)	–	–
RR1 (50)	RR1 (50)	RR1 (50)	RR1 (50)	RR1 (50)	TT3 (50)	TT3 (50)	TT3 (50)	TT3 (50)	TT3 (50)	–	–
ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	ПК	–	–

НК – негативный контроль; ПК – положительный контроль

Рисунок 1 – Схема изучения противоопухолевой активности для образцов RR1 и TT3

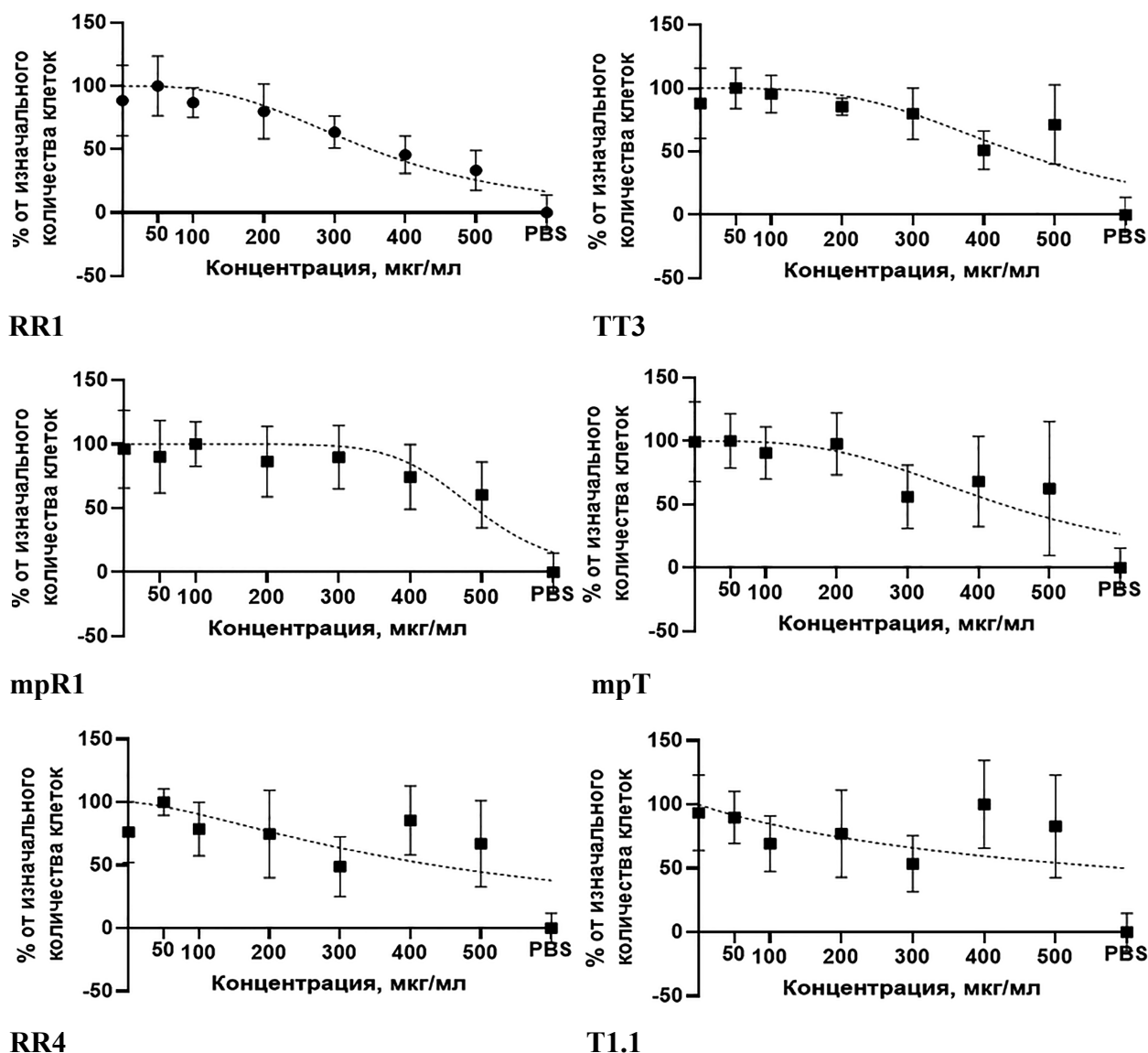


Рисунок 2 – Кривые нелинейной регрессии для определения значение ИД 50 % для каждого из пептидов (достоверным принято значение $R^2 > 0,65$)

Таблица 1 – Характеристика пептида RR1

Образец	Аминокислотная последовательность	Подобный белок	Score ¹	Молекулярная масса, кДа	Функции
RR1	LR EGIK NK (8)	подобный пептид не найден, так как уровень покрытия с известными пептидами низкий	76	9,0	не изучены
¹ Оптимальное значение Score составляет 80.					

Нами смоделирована 2 и 3D структура пептида RR1 (рис. 3 и 4).

Анализ смоделированных пространственных структур пептида позволил установить, что аминокислотные последовательности формируют вторичные структуры – преимущественно альфа-спираль, так как в их составе отсутствуют в большом количестве ароматические остатки аминокислот.

Установлено, что у исследуемого образца пептида изоэлектрическая точка находится в сильнощелочной среде – 10,63. Она не зависит от количества аминокис-

лот, а зависит от преобладания аминных или карбоксильных групп в составе пептида. Для пептида RR1 значение гидрофильности составило $18,57 \text{ Ккал}\cdot\text{моль}^{-1}$.

3D модель исследуемого пептида позволила установить, что он обладает невысокой химической активностью, так как его заряд составляет +2.

Полученные данные о противоопухолевой активности пептида RR1 согласуются с результатами исследований [13], в которых установлено, что низкомолекулярные пептиды обладают относительно

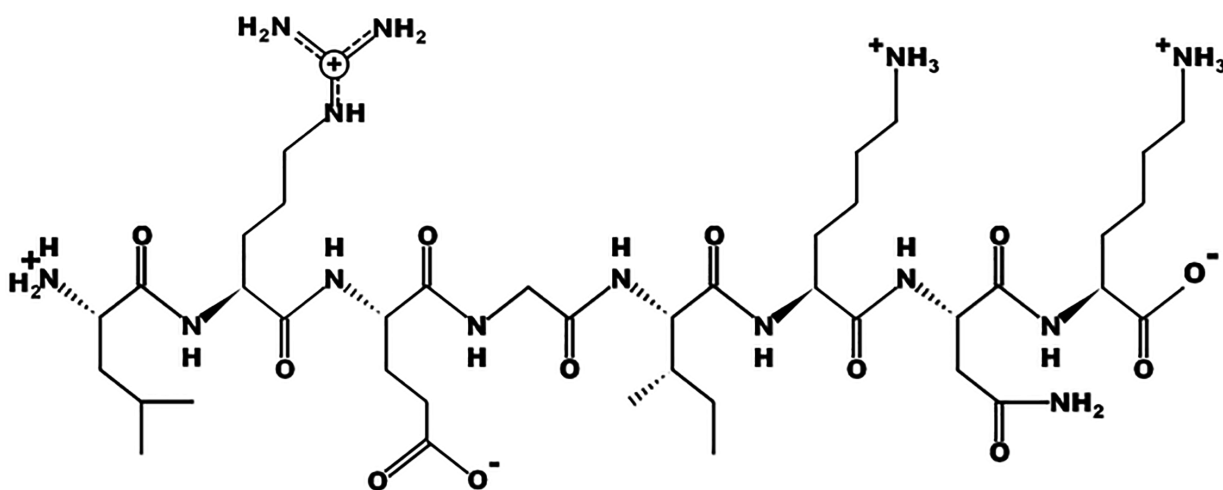


Рисунок 3 – 2D структура пептида RR1

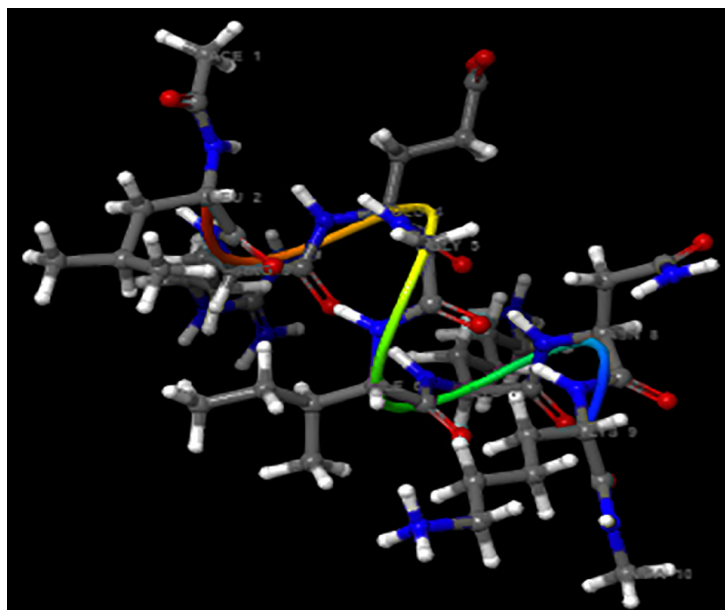


Рисунок 4 – 3D структура пептида RR1

высоким сродством к проникновению в ткани опухоли, что приводит к ее гибели.

Один из механизмов действия пептидов на опухолевые клетки описан в работе [14]. По данным авторов, пептиды, подавляющие опухоль, останавливают прогрессирующее деление клеток от фазы G1 до S. Некоторые из этих белков играют критическую роль в предотвращении CDK.

В клетках млекопитающих многочисленные киназы экспрессируются в митотических клетках G1-фазы, включая комплексы Cdk4/cyclin-D, Cdk6/cyclin-D, Cdk2/cyclin-E, Cdk2/cyclin A и Cdk1/cyclin A, которые играют ключевую роль в переходе клеток из фазы G1 в фазу S. Терапевтические пептиды, подавляющие опухоль, регулируют CDK в клеточном цикле и могут быть эффективными средствами лечения рака молочной железы, поскольку они задерживают клетки G1-фазы. Эти пептиды с меньшей вероятностью вызывают побочные эффекты и могут быть быстро удалены. Такие пептиды значительно подавляют рост различных раковых клеток, таких как MCF-7, и предотвращают переход клеток в S-фазу.

Следует отметить, преимущества пептидов перед используемыми в настоящее время биомолекулами при терапии рака, такими как антитела. Данные преи-

мущества заключаются в их быстром выведении из крови, повышенной диффузии и проникновении в ткани, химической стабильности и простоте синтеза в больших масштабах. Кроме того, пептиды могут быть легко конъюгированы с цитотоксическими лекарственными средствами, радионуклидами или токсинами химически определенным образом [15].

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что пептид RRI, выделенный из ферментативного гидролизата молозива коров, состоит из 8 аминокислот; молекулярная масса составляет 9,0 кДа; он характеризуется низкой химической активностью.

В известных протеомных базах информация об исследуемом нами пептиде отсутствует. Нами впервые получены данные о высокой противоопухолевой активности пептида RRI.

Из полученных результатов следует, что исследование указанного пептида необходимо продолжить, в частности, установить его токсичность и цитотоксичность; рассмотреть возможность проведения эксперимента на других опухолевых клетках и лабораторных животных в подтверждение эффективности противораковых свойств пептида RRI.

Список источников

1. Chakrabarti S., Guha S., Majumder K. Food-derived bioactive peptides in human health: challenges and opportunities // *Nutrients*. 2018. Vol. 10 (11). P. 1738.
2. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. Healthy food products with probiotic and prebiotic properties // *Foods and Raw Materials*. 2013. Vol. 1. No. 1. P. 88–94.
3. Иванкина И. Ф., Решетник Е. И., Фролова Н. А. Функциональная пищевая добавка вторичного сырья пантового оленеводства для обогащения кондитерских изделий // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2013. № 4 (28). С. 50–52.
4. Решетник Е. И., Уточкина Е. А. Влияние компонентного состава на пищевую и биологическую ценность продукта // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. 2013. № 2 (41). С. 63–67.
5. Ameliorative effects of peptides derived from oyster (*Crassostrea gigas*) on immunomodulatory function and gut microbiota structure in cyclophosphamide-treated mice / X. W. Xiang, H. Z. Zheng, R. Wang [et al.] // *Marine Drugs*. 2021. Vol. 19 (8). P. 456.
6. Preclinical evidence on the anticancer properties of food peptides / S. R. Rajendran, C. E. Ejike, M. Gong [et al.] // *Protein and Peptide Letters*. 2017. Vol. 24 (2). P. 126–136.
7. From amino acid sequence to bioactivity: The biomedical potential of antitumor peptides / A. Blanco-Miguez, A. Gutierrez-Jacome, M. Perez-Perez [et al.] // *Protein Sciences*. 2016. Vol. 25 (6). P. 1084–1095.
8. Deslouches B., Di Y. P. Antimicrobial peptides with selective antitumor mechanisms: prospect for anticancer applications // *Oncotarget*. 2017. Vol. 8 (28). P. 46635–46651.

9. Raucher D. Tumor targeting peptides: novel therapeutic strategies in glioblastoma // *Current Opinion in Pharmacology*. 2019. Vol. 47. P. 9–14.
10. Sani M. A., Separovic F. How membrane-active peptides get into lipid membranes // *Accounts of Chemical Research*. 2016. Vol. 49 (6). P. 1130–8.
11. The development of activatable lytic peptides for targeting triple negative breast cancer / H. Zhao, X. Qin, D. Yang [et al.] // *Cell Death Discovery*. 2017. Vol. 3 (1). P. 1–8.
12. Angiotensin (1–7) reduces fibrosis in orthotopic breast tumors / K. L. Cook, L. J. Metheny-Barlow, E. A. Tallant, P. E. Gallagher // *Canadian Research*. 2010. Vol. 70 (21). P. 8319–28.
13. Accardo A., Tesauro D., Morelli G. Peptide-based targeting strategies for simultaneous imaging and therapy with nanovectors // *Polymer Journal*. 2013. Vol. 45 (5). P. 481–93.
14. Marqus S., Pirogova E., Piva T. J. Evaluation of the use of therapeutic peptides for cancer treatment // *Journal of Biomedical Science*. 2017. Vol. 24 (1). P. 1–15.
15. Tumor-targeting peptides from combinatorial libraries / L. Ruiwu, L. Xiaocen, X. Wenwu, S. Kit // *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2017. Vol. 110–111. P. 13–37.

References

1. Chakrabarti S., Guha S., Majumder K. Food-derived bioactive peptides in human health: challenges and opportunities. *Nutrients*, 2018; 10: 1738.
2. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. Healthy food products with probiotic and prebiotic properties. *Foods and Raw Materials*, 2013; 1; 1: 88–94.
3. Ivankina I. F., Reshetnik E. I., Frolova N. A. Funktsional'naya pishchevaya dobavka vtorichnogo syr'ya pantovogo olenevodstva dlya obogashcheniya konditerskikh izdelii [Functional food additive secondary raw antler deer raising for enrichment confectionery]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2013; 4: 50–52. (in Russ.).
4. Reshetnik E. I., Utochkina E. A. Vliyanie komponentnogo sostava na pishchevuyu i biologicheskuyu tsennost' produkta [Influence of component composition on food and biological value of a combination product]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniya. – Bulletin of the East Siberian State University of Technology and Management*, 2013; 2: 63–67. (in Russ.).
5. Xiang X. W., Zheng H. Z., Wang R., Chen H., Xiao J.-X., Zheng B. Ameliorative effects of peptides derived from oyster (*Crassostrea gigas*) on immunomodulatory function and gut microbiota structure in cyclophosphamide-treated mice. *Marine Drugs*, 2021; 19: 456.
6. Rajendran S. R., Ejike C. E., Gong M., Hannah W., Udenigwe C. C. Preclinical evidence on the anticancer properties of food peptides. *Protein and Peptide Letters*, 2017; 24: 126–136.
7. Blanco-Miguez A., Gutierrez-Jacome A., Perez-Perez M., Perez-Rodriguez G., Catalan-Garcia S., Fdez-Riverola F. [et al.]. From amino acid sequence to bioactivity: The biomedical potential of antitumor peptides. *Protein Sciences*, 2016; 25: 1084–1095.
8. Deslouches B., Di Y. P. Antimicrobial peptides with selective antitumor mechanisms: prospect for anticancer applications. *Oncotarget*, 2017; 8: 46635–46651.
9. Raucher D. Tumor targeting peptides: novel therapeutic strategies in glioblastoma. *Current Opinion in Pharmacology*, 2019; 47: 9–14.
10. Sani M. A., Separovic F. How membrane-active peptides get into lipid membranes. *Accounts of Chemical Research*, 2016; 49: 1130–8.
11. Zhao H., Qin X., Yang D., Jiang Y., Zheng W., Wang D. [et al.]. The development of activatable lytic peptides for targeting triple negative breast cancer. *Cell Death Discovery*, 2017; 3: 1–8.
12. Cook K. L., Metheny-Barlow L. J., Tallant E. A., Gallagher P. E. Angiotensin (1–7) reduces fibrosis in orthotopic breast tumors. *Canadian Research*, 2010; 70: 8319–28.
13. Accardo A., Tesauro D., Morelli G. Peptide-based targeting strategies for simultaneous imaging and therapy with nanovectors. *Polymer Journal*, 2013; 45: 481–93.

14. Marqus S., Pirogova E., Piva T. J. Evaluation of the use of therapeutic peptides for cancer treatment. *Journal of Biomedical Science*, 2017; 24: 1–15.

15. Ruiwu L., Xiaocen L., Wenwu X., Kit S. Tumor-targeting peptides from combinatorial libraries. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 2017; 110–111: 13–37.

© Тихонов С. Л., Тихонова Н. В., 2022

Статья поступила в редакцию 10.11.2022; одобрена после рецензирования 08.12.2022; принята к публикации 12.12.2022.

The article was submitted 10.11.2022; approved after reviewing 08.12.2022; accepted for publication 12.12.2022.

Информация об авторах

Тихонов Сергей Леонидович, доктор технических наук, профессор, Уральский государственный экономический университет, tihonov75@bk.ru;

Тихонова Наталья Валерьевна, доктор технических наук, профессор, Уральский государственный экономический университет

Information about authors

Sergey L. Tikhonov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural State University of Economics, tihonov75@bk.ru;

Natalia V. Tikhonova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ural State University of Economics

Научная статья

УДК 620:631.22

EDN WJEEAO

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_131

Биогазовая технология как автономный источник энергии для создания микроклимата животноводческих помещений

Юлия Александровна Фальчевская¹, Орозмамат Мамасалиевич Осмонов²

¹ Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского

Иркутская область, Иркутск, Россия

² Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

¹ Julia-Katia2010@mail.ru, ² osm.rom2011@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены используемые в настоящее время для создания микроклимата животноводческих помещений системы отопления в Иркутской области и показана необходимость поиска энергосберегающих технологий обеспечения микроклимата. При этом одной из важных проблем для животноводческих ферм является эффективная утилизация животноводческих отходов в виде навоза. В целях энергосбережения предлагается использовать биогаз, получаемый при анаэробной переработке животноводческих отходов в качестве дополнительного источника тепловой энергии для создания требуемых параметров микроклимата животноводческих помещений. Представлена аналитическая зависимость для расчета необходимого количества теплоты, производимой биогазовой когенерационной установкой для помещений ферм. Показано, что в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области имеется достаточное количество энергетического топлива для эффективной работы биогазовых когенерационных установок, обеспечивающих требуемые параметры микроклимата животноводческих помещений и приводящих в конечном итоге к повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: микроклимат, утилизация отходов животноводства, биогаз, биогазовая технология, когенерационная установка, энергосбережение

Для цитирования: Фальчевская Ю. А., Осмонов О. М. Биогазовая технология как автономный источник энергии для создания микроклимата животноводческих помещений // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 131–137. doi: 10.22450/199996837_2022_4_131.

Original article

Biogas technology as an autonomous energy source for creating a microclimate in livestock buildings

Yuliya A. Falchevskaya¹, Orozmamat M. Osmonov²

¹ Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Irkutsk region, Irkutsk, Russia

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Moscow, Russia

¹ Julia-Katia2010@mail.ru, ² osm.rom2011@yandex.ru

Abstract. The paper considers the heating systems currently used to create a microclimate in livestock buildings in the Irkutsk region and shows the need to search for energy-saving technologies for providing a microclimate. At the same time, one of the important problems for livestock farms is the effective animal waste disposal in the form of manure. In order to save energy, it is proposed to use biogas obtained from the anaerobic processing of livestock waste as an additional source of thermal energy to create the required parameters of the microclimate of livestock build-

ings. An analytical dependence for calculating the required amount of heat produced by a biogas cogeneration plant for farm premises is presented. It is shown that there is a sufficient amount of energy fuel in the agricultural enterprises of the Irkutsk region for the efficient operation of biogas cogeneration plants that provide the required parameters of the microclimate of livestock buildings and ultimately lead to an increase in the efficiency of agricultural production.

Keywords: microclimate, animal waste disposal, biogas, biogas technology, cogeneration plant, energy saving

For citation: Falchevskaya Yu. A., Osmonov O. M. Biogazovaya tekhnologiya kak avtonomnyi istochnik energii dlya sozdaniya mikroklimata zhivotnovodcheskikh pomeshchenii [Biogas technology as an autonomous energy source for creating a microclimate in livestock buildings]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 131–137. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_131.

Введение. В настоящее время актуальными являются вопросы энергосбережения и уменьшения загрязнения окружающей среды. Согласно государственного доклада о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2020 г., технологический фактор впервые за последние три года привел к перерасходу энергии в сельском хозяйстве на 0,29 млн. тонн условного топлива [1].

В тоже время вопрос утилизации отходов животноводства, являющихся источником вредных выбросов в атмосферу и загрязняющих грунтовые воды, заставляет сельскохозяйственные предприятия искать эффективные способы решения данной проблемы. Один из них – переработка органических отходов в биогазовых установках с последующим получением горючего топлива (биогаза), а также обеззараженного экологически чистого органического удобрения [2].

Полученная за счет сжигания биогаза энергия может обеспечить энергосбережение при создании микроклимата животноводческих помещений. Формирование и поддержание оптимальных показателей микроклимата животноводческих помещений, в свою очередь, создаст полноценное функционирование животноводческих ферм с повышением продуктивности животных.

При этом, по мнению специалистов в области технологии животноводства, продуктивность животных на 50–60 % определяется кормами, на 15–20 % – уходом и на 10–30 % – микроклиматом в животноводческом помещении; при этом температура является одним из основных параметров микроклимата животноводче-

ских ферм. Данный фактор (температура) обеспечивается за счет подвода в животноводческое помещение дополнительного количества тепловой энергии и влияет на усваивание животными корма, репродуктивные функции и эффективность производства.

Цель исследования – обоснование применения биогазовой технологии утилизации органических отходов животноводства для получения тепловой энергии при создании необходимых параметров микроклимата животноводческих помещений на фермах Иркутской области в целях энергосбережения.

Состояние проблемы и необходимость ее решения. Изучены статистические данные о состоянии сельского хозяйства Иркутской области, проведен сбор данных о способах отопления животноводческих и птицеводческих помещений Иркутской области.

Для обеспечения оптимальной температуры воздуха животноводческие фермы в основном оборудуются газовым, водяным, печным и электрическим отоплением. В Иркутской области в индивидуальных предприятиях и крестьянских (фермерских) хозяйствах преимущественно используется печное или электрическое отопление, либо обогрев животноводческих помещений совсем отсутствует.

Крупные предприятия области, такие как АО «Железнодорожник», АО «Большееланское», АО «Агрофирма «Ангара», занимающиеся разведением крупного рогатого скота в животноводческих помещениях, не имеют отопления. Только во время сильных морозов в телятниках применяются калориферы, выставленные на минимальную температуру.

В ПАО «Белореченское» для отопления используется теплоноситель от централизованной системы теплоснабжения поселка Белореченский, также фермы предприятия частично перешли на отопление от местных котельных установок с водогрейными котлами. В ООО «Саянский бройлер» применяется водяное отопление.

Практика показывает, что используемые в сельскохозяйственных предприятиях области виды отопления имеют свои минусы. Использование печного отопления, в котором в качестве топлива применяется древесина разных видов, ухудшает обстановку окружающей среды в связи с сокращением лесного массива в Иркутской области [3]. Основной причиной отказа сельскохозяйственных предприятий от электрического обогрева является дороговизна электроэнергии от централизованных электросетей.

Известно, что отопление в животноводческих помещениях необходимо применять в тех случаях, когда биологической теплоты, выделяемой животными, недостаточно для компенсации тепловых потерь через ограждения, нагрева приточного воздуха и испарения влаги в помещении.

Согласно проведенным исследованиям, на обогрев животноводческих помещений дополнительно расходуется энергия, эквивалентная 1,8 млрд. кВт·ч электроэнергии, или 0,6 млн. м³ природного газа, 1,3 млн. т жидкого и 1,7 млн. т твердого топлива. Общие затраты энергии на создание требуемых параметров микроклимата животноводческих помещений составляют до 3 млн. т. условного топлива в год, что эквивалентно 32 % всей энергии, потребляемой в отрасли животноводства [4].

В целях энергосбережения предлагается использовать биогаз, получаемый при переработке животноводческих отходов в биогазовой установке, который может выступать в качестве дополнительного источника тепловой энергии для создания требуемых параметров микроклимата животноводческих помещений.

Результаты и обсуждение. Для обоснованного определения необходимого количества дополнительной теплоты, обеспечивающей создание требуемых параметров микроклимата в животноводческих помещениях, рассмотрим тепловой баланс животноводческой фермы с использованием биогазовой когенерационной установки (рис. 1).

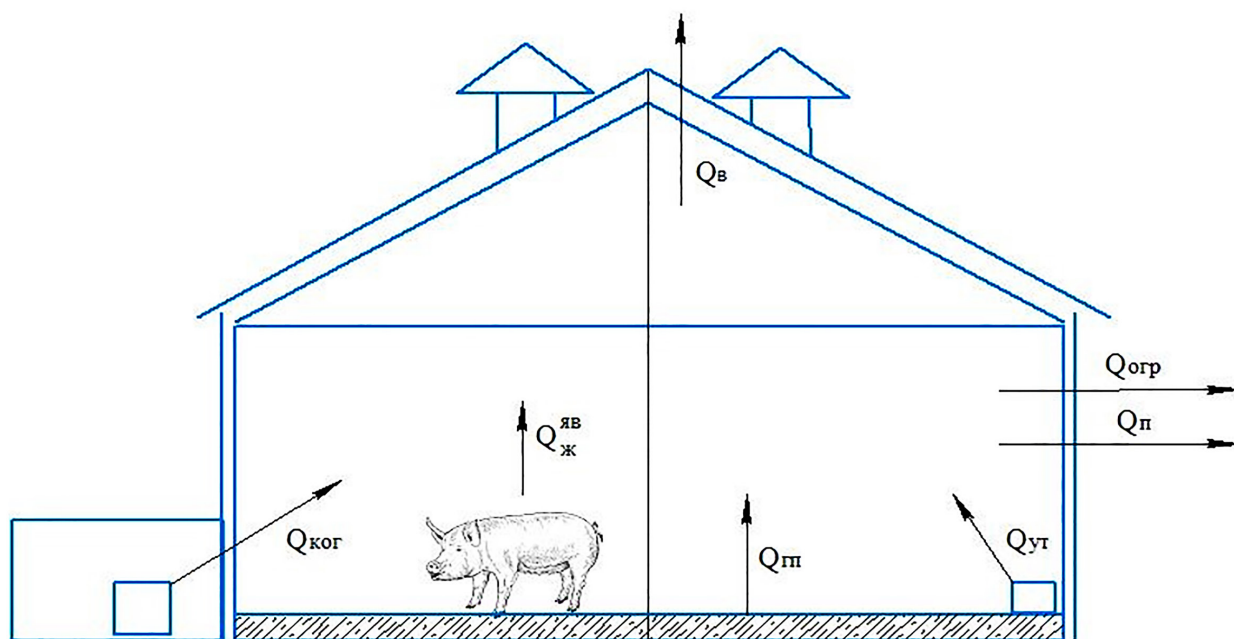


Рисунок 1 – Расчетная схема теплового баланса животноводческого помещения с биогазовой когенерационной установкой

Уравнение теплового баланса животноводческого помещения, согласно расчетной схеме и руководству по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата при строительстве новых и реконструкции действующих животноводческих зданий, будет иметь вид (1):

$$Q_{ж}^{яв} + Q_{zn} + Q_{ym} + Q_{хоз} = Q_{опр} + Q_n + Q_s \quad (1)$$

где $Q_{ж}^{яв}$ – явная теплота, выделяемая животными;

Q_{zn} – тепловой поток в помещении от глубокой подстилки в наиболее холодный период года;

Q_{ym} – тепловозврат от теплоутилизационных установок;

$Q_{хоз}$ – теплота, выделяемая когенерационной установкой;

$Q_{опр}$ – тепловые потери помещения через ограждающие конструкции;

Q_n – тепловые потери на испарение влаги с открытой водной и смоченной поверхности;

Q_s – тепловые потери помещения с вентиляционным воздухом.

Составляющие уравнения теплового баланса (1) могут быть определены по следующим выражениям [5].

Тепловые потери через ограждающие конструкции животноводческого помещения рассчитываются по формуле (2):

$$Q_{опр} = q_0 \cdot a \cdot V_n \cdot (t_s - t_{ср.ом}) \quad (2)$$

где q_0 – удельная тепловая характеристика, ккал/(м³·ч·С) (рекомендуемое значение 0,25 ккал/(м³·ч·С));

a – коэффициент инфильтрации наружного воздуха (рекомендуемое значение 1,05);

V_n – объем здания по наружному обмену, м³;

t_s – температура воздуха внутри помещения, °С;

$t_{ср.ом}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, °С.

Тепловые потери на испарение влаги с открытой водной и смоченной поверхности с учетом технологии содержания животных и планировочных решений живот-

новодческого помещения рассчитываются по формуле (3):

$$Q_n = 600 \cdot W \quad (3)$$

где W – количество влаги, выделяющейся со смоченных поверхностей, кг;

600 – количество теплоты, необходимое для превращения 1 кг воды в пар, ккал/кг.

Тепловые потери животноводческого помещения с вентиляционным воздухом рассчитываются по формуле (4):

$$Q_s = 0,278 \cdot K_{инф} \cdot G_{np} \cdot (t_s - t_n) \quad (4)$$

где $K_{инф}$ – коэффициент инфильтрации;

G_{np} – требуемое количество приточного воздуха, м³/час;

t_s – температура внутреннего воздуха, °С;

t_n – температура наружного воздуха, °С.

Количество явной теплоты, выделяемое животными, определяется в зависимости от веса, возраста животных, а также с учетом расчетной температуры внутреннего воздуха по формуле (5):

$$Q_{ж}^{яв} = Q_{ж}^{св} \cdot k_t \cdot 1,03 \cdot n \quad (5)$$

где $Q_{ж}^{св}$ – количество свободной теплоты, выделяемой животными при температуре внутреннего воздуха 10 °С;

k_t – поправочный коэффициент, учитывающий изменение тепловыделений при температурах, отличных от 10 °С;

1,03 – увеличение тепловыделений при повышении влажности воздуха до 85 %;

n – поголовье животных.

Величину тепловых потерь на испарение влаги с открытой водной и смоченной поверхности с учетом технологии содержания животных и планировочных решений животноводческого помещения рекомендуется принимать равным 10 Вт с одного квадратного метра поверхности подстилки.

Количество теплоты, возвращаемой от теплоутилизационных установок в зависимости от типа теплоутилизатора и его

теплотехнических характеристик, определяется по формуле (6):

$$Q_{yt} = q_{yt} \cdot z_{yt} \quad (6)$$

где q_{yt} – удельный тепловозврат теплоутилизационной установки;

z_{yt} – количество теплоутилизаторов, шт.

Таким образом, из уравнения теплового баланса следует, что необходимое количество тепловой энергии, вырабатываемое биогазовой когенерационной установкой ($Q_{ког}$) для обеспечения требуемых параметров микроклимата в животноводческих помещениях, можно рассчитать согласно формуле (7):

$$Q_{ког} = Q_{огр} + Q_n + Q_s - Q_{ж}^{эб} - Q_{zn} - Q_{yt} \quad (7)$$

Нами произведена оценка потенциальных возможностей производства топлива для когенерационной установки в виде биогаза, полученного в процессе утилизации органических отходов животноводства, на основе данных микропереписи сельского хозяйства в Иркутской области (на 1 августа 2021 г.).

Согласно данным микропереписи, в Иркутской области зарегистрировано: 0,15 тыс. сельскохозяйственных организаций, 2,15 тыс. крестьянских (фермерских) хозяйств, 80 индивидуальных предприятий [6]. Теоретический энергетический потенциал отходов животноводства и птицеводства в сутки на 100 голов согласно данным [7] представлен в таблице 1.

С учетом теоретического энергетического потенциала отходов животноводства и птицеводства, а также с использованием данных микропереписи сельского

хозяйства в Иркутской области [7] и сведений по рециклингу отходов в АПК [8], определены обобщенные данные возможностей получения энергетического топлива при утилизации органических отходов животноводства и птицеводства в Иркутской области (табл. 2).

Представленные данные показывают, что в сельскохозяйственных предприятиях региона имеется достаточное количество энергетического топлива для эффективной работы биогазовых когенерационных установок, обеспечивающих требуемые параметры микроклимата животноводческих помещений и приводящих к повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Выводы. 1. В сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области для создания микроклимата животноводческих помещений применяются системы отопления, которые или ухудшают экологическую обстановку (дровяное отопление), или экономически невыгодны (электрическое), или зависят от централизованных систем теплоснабжения, либо обогрев помещений вовсе отсутствует.

2. В целях энергосбережения для создания требуемых параметров микроклимата животноводческих помещений предложено использовать биогаз, получаемый при анаэробной переработке животноводческих отходов в качестве автономного источника тепловой энергии.

3. Обеспечение требуемого микроклимата помещений на основе тепловой энергии, вырабатываемой биогазовой когенерационной установкой, является решением проблемы утилизации животноводческих отходов, позволяя сельскохозяйственным предприятиям региона обеспечить себя возобновляемым источником энергии и эффективно обеззараживать отходы в виде навоза животных, улучшая экологическую обстановку в регионе.

Таблица 1 – Теоретический энергетический потенциал отходов животноводства и птицеводства в сутки на 100 голов животных

Вид сельскохозяйственных животных	Энергетический потенциал отходов		
	ккал	кг усл. топлива	кВт·ч
Крупный рогатый скот	$6 \cdot 10^6$	857	6957
Свиньи	$8 \cdot 10^5$	114	927
Птица	35 000	5	40,7

Таблица 2 – Потенциальные возможности получения энергетического топлива от утилизации органических отходов Иркутской области

Отрасль животноводства	Поголовье сельскохозяйственных животных, тыс. голов			Среднее количество отходов, тыс. тонн	Потенциальное количество энергетического топлива от утилизации отходов, тыс. кг условного топлива
	СО	КФХ	ИП		
Скотоводство (крупный рогатый скот)	64	99,6	1,0	4,08	1 400
Свиноводство	100,5	11,9	0,1	0,75	12 800
Птицеводство	6 730,8	6,7	0,1	2,02	33 700
Примечание: СО – сельскохозяйственные организации; КФХ – крестьянские (фермерские) хозяйства; ИП – индивидуальные предприятия.					

Список источников

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации в 2020 г. // Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/22832> (дата обращения: 12.08.2022).

2. Осмонов О. М. Основы инженерного расчета автономных гелиобиоэнергетических установок : научная монография. М. : Энергия, 2011. 175 с.

3. Горбунова О. И., Гапонько Е. А., Гаскин А. А. Оценка изменения площади лесных земель Иркутской области // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2020. № 2 (31). С. 125–127.

4. Мишуров Н. П., Кузьмина Т. Н. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях. Научный аналитический обзор. М. : Росинформагротех, 2004. 94 с.

5. Драганов Б. Х., Кузнецов А. В., Рудобашта С. П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. М. : Агропромиздат, 1990. 463 с.

6. Сельскохозяйственная микроперепись 2021 г. // Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 12.08.2022).

7. Возобновляемые источники электроэнергии : монография / под общ. ред. О. В. Григораш. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2012. 272 с.

8. Рециклинг отходов в АПК : справочник / И. Г. Голубев, И. А. Шванская, Л. Ю. Коноваленко, М. В. Лопатников. М. : Росинформагротех, 2011. 296 с.

References

1. Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii energosberezheniya i povysheniya energeticheskoi effektivnosti v Rossiiskoi Federatsii v 2020 g. [State report on the state of energy saving and energy efficiency in the Russian Federation in 2020]. *Minenergo.gov.ru* Retrieved from <https://minenergo.gov.ru/node/22832> (Accessed 12 August 2022) (in Russ.).

2. Osmonov O. M. *Osnovy inzhenernogo rascheta avtonomnykh geliobioenergeticheskikh ustanovok: nauchnaya monografiya* [Fundamentals of engineering calculation of autonomous heliobioenergy installations: scientific monograph], Moskva, Energiya, 2011, 175 p. (in Russ.).

3. Gorbunova O. I., Gaponko E. A., Gaskin A. A. Otsenka izmeneniya ploshchadi lesnykh zemel' Irkutskoi oblasti [Assessment of changes in the area of forest land in the Irkutsk region]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie. – Research Azimuth: Economics and Management*, 2020; 2: 125–127 (in Russ.).

4. Mishurov N. P., Kuzmina T. N. *Energosberegayushchee oborudovanie dlya obespecheniya mikroklimate v zhivotnovodcheskikh pomeshcheniyakh. Nauchnyi analiticheskiy obzor [Energy-saving equipment for providing a microclimate in livestock buildings. Scientific review]*, Moskva, Rosinformagrotekh, 2004, 94 p. (in Russ.).

5. Draganov B. Kh., Kuznetsov A. V., Rudobashta S. P. *Teplotekhnika i primeneniye teploty v sel'skom khozyaistve [Heat engineering and application of heat in agriculture]*, Moskva, Agropromizdat, 1990, 463 p. (in Russ.).

6. Sel'skokhozyaistvennaya mikroperepis' 2021 [Agricultural microcensus 2021]. *Rosstat.gov.ru* Retrieved from <https://rosstat.gov.ru> (Accessed 12 August 2022) (in Russ.).

7. Grigorash O. V. (Eds.). *Vozobnovlyaemye istochniki elektroenergii: monografiya [Renewable energy sources: monograph]*, Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2012, 272 p. (in Russ.).

8. Golubev I. G., Shvanskaya I. A., Konovalenko L. Yu., Lopatnikov M. V. *Retsikling otkhodov v APK: spravochnik [Waste recycling in the agroindustrial complex: a guide]*, Moskva, Rocinformagrotekh, 2011, 296 p. (in Russ.).

© Фальчевская Ю. А., Осмонов О. М., 2022

Статья поступила в редакцию 01.11.2022; одобрена после рецензирования 30.11.2022; принята к публикации 07.12.2022.

The article was submitted 01.11.2022; approved after reviewing 30.11.2022; accepted for publication 07.12.2022.

Информация об авторах

Фальчевская Юлия Александровна, преподаватель, аспирант, Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского, Julia-Katia2010@mail.ru;

Осмонов Орозмамат Мамасалиевич, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева, osm.rom2011@yandex.ru

Information about authors

Yuliya A. Falchevskaya, Lecturer, Postgraduate Student, Irkutsk State Agrarian University named after A. A. Ezhevsky, Julia-Katia2010@mail.ru;

Orozmamat M. Osmonov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, osm.rom2011@yandex.ru

Научная статья

УДК 631.331:631.53.04

EDN YXXJFI

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_138

Влияние сосредоточенной сжимающей нагрузки на всхожесть семян сои

Александр Николаевич Шишлов¹, Александр Александрович Фадеев²,
Дмитрий Сергеевич Шишлов³

^{1, 2, 3} Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Приморский край, Уссурийск, Россия

¹ sergey_a_shishlov@mail.ru

Аннотация. Семена сельскохозяйственных культур испытывают механическое воздействие различной степени при взаимодействии с рабочими органами сельскохозяйственной техники. Известно, что всхожесть семян непосредственно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур. В этой связи, актуально изучение влияния на всхожесть механического воздействия внешних сил, действующих на семена. В условиях Приморского края одной из наиболее широко распространенных и важных для АПК региона сельскохозяйственных культур является соя. В статье представлены некоторые результаты теоретических и экспериментальных исследований по оценке влияния на всхожесть семян сои механического нагружения внешней сосредоточенной нагрузкой перед посевом. Теоретически рассмотрено распределение напряжений в семени сои при действии на него сосредоточенной сжимающей нагрузки с целью обоснования ее распределения по объему семени, вызывающего активизацию прорастания семян и обуславливающего характер их разрушения. Получены экспериментальные зависимости, отображающие изменение всхожести семян трех районированных для Приморского края сортов сои в зависимости от действующей на них сосредоточенной сжимающей нагрузки.

Ключевые слова: соя, посев, всхожесть, нагрузка, напряжения, деформация

Для цитирования: Шишлов А. Н., Фадеев А. А., Шишлов Д. С. Влияние сосредоточенной сжимающей нагрузки на всхожесть семян сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 138–143. doi: 10.22450/199996837_2022_4_138.

Original article

The effect of concentrated compressive load on the soybean seed germination

Aleksandr N. Shishlov¹, Aleksandr A. Fadeev²,
Dmitrii S. Shishlov³

^{1, 2, 3} Primorskaya State Agricultural Academy, Primorsky krai, Ussuriisk, Russia

¹ sergey_a_shishlov@mail.ru

Abstract. Seeds of agricultural crops experience mechanical effects of varying degrees when interacting with the working bodies of agricultural machinery. It is known that seed germination directly affects crop yields. In this regard, the study of the effect of the mechanical action of external forces acting on seeds on germination is relevant. In the conditions of Primorsky krai, one of the most widespread and important agricultural crops for the agro-industrial complex of the region is soybeans. The article presents some results of theoretical and experimental studies to assess the effect of mechanical loading with external concentrated load before sowing on soybean seed germination. Theoretically, the distribution of stress in a soybean seed under the action of a concentrated compressive load on it is considered in order to justify its distribution over the volume of the seed, which causes the activation of seed germination and determines the nature of their destruction. Experimental dependences have been obtained showing the change in seed germination

of three soybean varieties zoned for Primorsky krai depending on the concentrated compressive load acting on them.

Keywords: soybean, sowing, germination, load, stress, deformation

For citation: Shishlov A. N., Fadeev A. A., Shishlov D. S. Vliyanie sosredotochennoi szhi-mayushchei nagruzki na vskhozhest' semyan soi [The effect of concentrated compressive load on the soybean seed germination]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2022; 16; 4: 138–143. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_138.

Введение. Всхожесть семян сои – один из основных факторов, влияющих на урожайность этой культуры. При низкой всхожести теряется возможность получения высокого урожая, особенно при посеве пунктирным способом, с единичным отбором семян высеваящим аппаратом, когда всхожесть каждого семени влияет на формирование ряда растений с заданным интервалом между ними.

На всхожесть семян оказывает влияние множество факторов, среди них механическое воздействие на семена перед посевом.

Цель работы – установить влияние на всхожесть семян сои механического нагружения внешней сосредоточенной нагрузкой перед посевом.

В соответствии с заданной целью поставлены и решены следующие задачи:

1) выявление закономерности распределения напряжений внутри семени сои от действия сосредоточенной силы;

2) установление зависимости изменения всхожести семян сои от величины действующей на них перед посевом сосредоточенной нагрузки;

3) установление значения сосредоточенной нагрузки, при котором происходит наиболее эффективное воздействие на всхожесть семян сои.

Условия и методы исследования. Исследования проводились для семян трех сортов сои, районированных в Приморском крае: Ходсон, Приморская 69 и Приморская 81. Влажность семян находилась в пределах от 10 до 12 процентов. Закономерности изменения геометрических размеров семян сои в зависимости от их длины были исследованы ранее [1].

Сжимающая нагрузка прикладывалась вдоль короткой оси семени, в плоскости наименьшей его жесткости. Фиксирование величины прикладываемой

нагрузки проводилось на лабораторной установке (рис. 1).

Установка монтировалась на слесарных тисках, в которых жестко закреплялась винтовая струбцина. В растворе струбцины устанавливался тарированный пружинный динамометр индикаторного типа. Изменение нагрузки производилось ступенчато: от 10 до 80 Ньютонов. С семенами, подвергавшимися нагрузке, дальнейшие действия проводились в соответствии с методикой полевого опыта [2].

Результаты исследований. Для определения напряжений, возникающих внутри семени сои от действия сосредоточенной сжимающей нагрузки, воспользуемся решением задачи Ж. Буссинеска [3]. Принимая, что радиальные напряжения (σ_r) пропорциональны $\cos \varphi$ и обратно пропорциональны квадрату расстояния от точки приложения силы (рис. 2), получим выражение (1):

$$\sigma_r = \frac{k \cdot \cos \varphi}{R^2} \quad (1)$$

где k – коэффициент, который определяется из условия равновесия.

Принимая вертикальные напряжения: $\sigma_z = \sigma_r \cdot \cos \varphi$, из условия равновесия системы находим:

$$F = 2\pi k \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 \varphi \cdot \sin \varphi d\varphi = \frac{2}{3} \pi k \quad (2)$$

Из уравнения (2) определим величину коэффициента k :

$$k = \frac{3F}{2\pi} \quad (3)$$

Тогда величина радиальных напряжений с учетом уравнения (1) имеет вид:

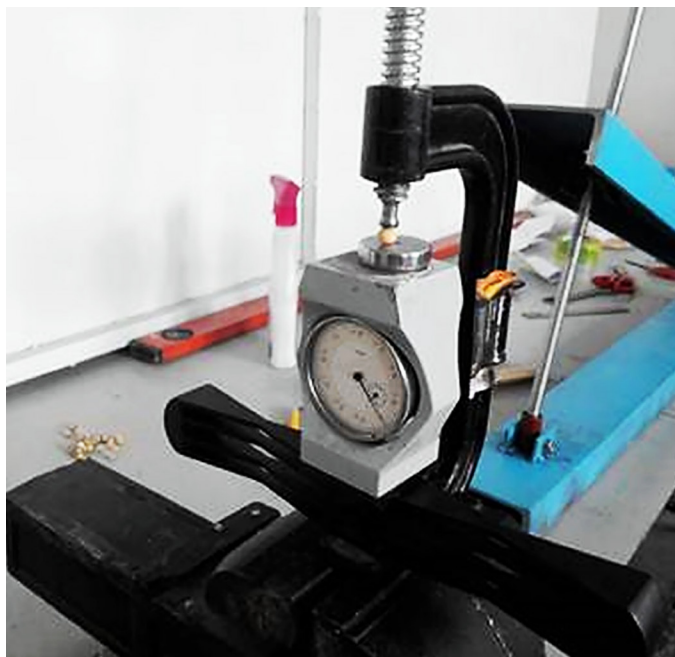


Рисунок 1 – Лабораторная установка для механического нагружения семян сои внешней сосредоточенной нагрузкой

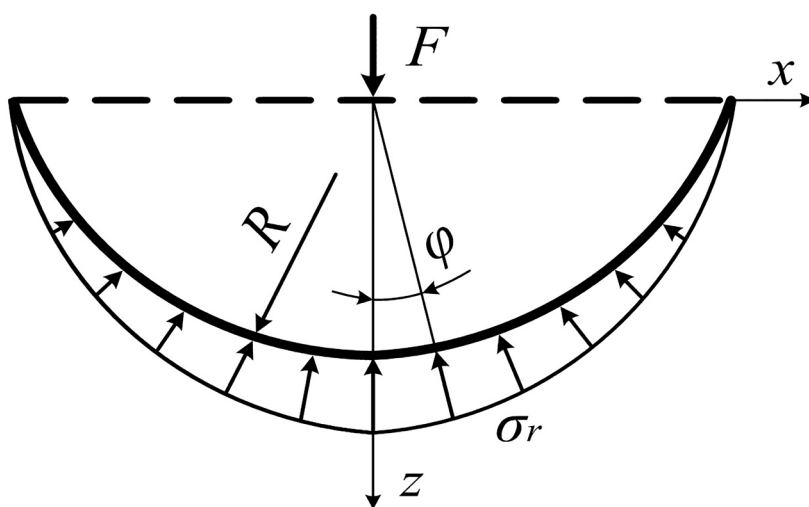


Рисунок 2 – К определению радиальных напряжений в семени сои σ_r от действия сосредоточенной силы F

$$\sigma_r = \frac{3F \cos \varphi}{2\pi R^2} \quad (4)$$

Следовательно, задача определения напряжений в данном случае носит явно выраженный пространственный характер, при этом вертикальные напряжения определяются выражением: $\sigma_z = \sigma_r \cdot \cos \varphi$; горизонтальные напряжения: $\sigma_x = \sigma_z \cdot \sin \varphi$.

Влияние горизонтальных напряжений незначительно по сравнению с вертикальными, но тем не менее они воздействуют на массу зерна сои, выводя ее из состояния покоя.

Для выявления влияния нагрузок на всхожесть семян сои проведены лабораторные исследования по нагружению семян сжимающим усилием. Результаты

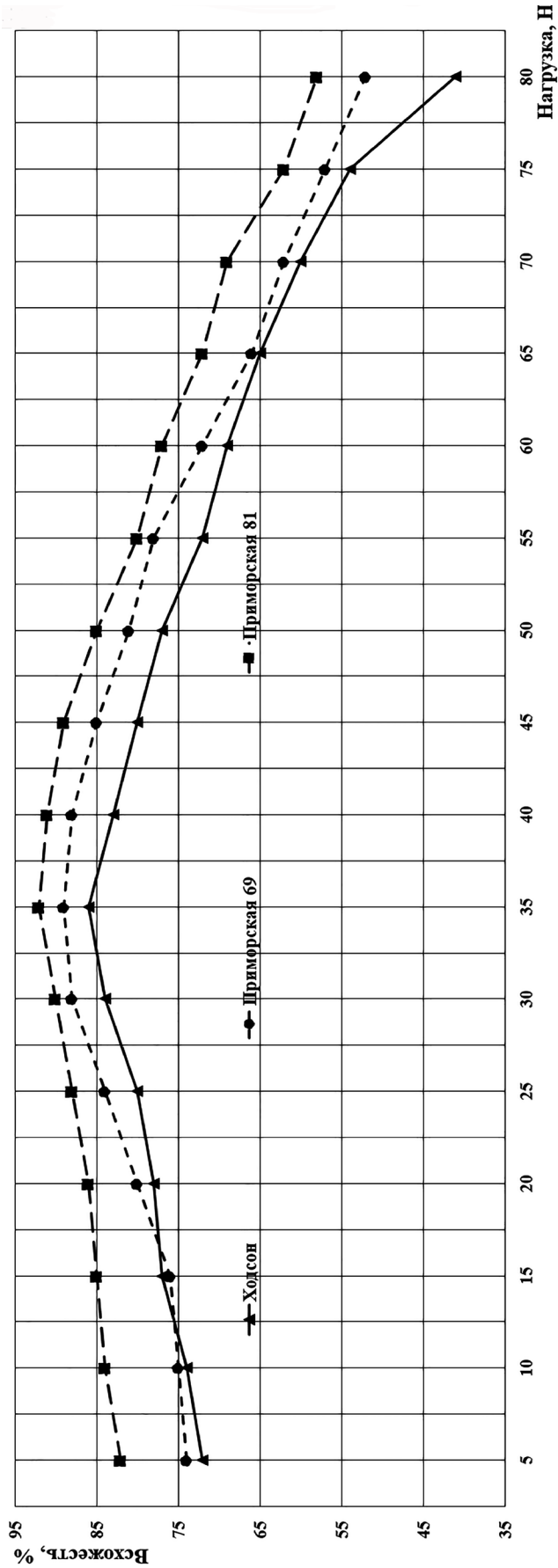


Рисунок 3 – Всхожесть семян сои сортов Ходсон, Приморская 69 и Приморская 81 в зависимости от сжимающей нагрузки

исследований графически представлены на рисунке 3.

Анализ приведенных зависимостей показывает, что для всех рассматриваемых сортов сои рост нагрузки свыше 40 Н приводит к резкому снижению всхожести.

При нагрузке более 75 Н семена имеют всхожесть менее 50 %, то есть практически неспособны прорасти. Очевидно, увеличение нагрузки приводит к повреждению зародыша, расположенного внутри семени, за счет сплющивания всей массы семени и растрескивания оболочки.

Выводы. 1. Распределение напряжений внутри семени сои от действия сжимающей нагрузки воздействует на весь его объем. Активизация процесса прорастания и повышения всхожести происходит в случае воздействия на семя сои сосредоточенной сжимающей нагрузки, не превышающей 40 Ньютон. Дальнейший рост нагрузки ведет к потере всхожести и разрушению семени.

2. Наибольшая всхожесть семян сои достигается при сжатии их перед посевом сосредоточенной силой величиной 30 Ньютон.

Список источников

1. Шишлов С. А., Шишлов А. Н. Влияние геометрических размеров семян сои на параметры загрузочного окна высевающего аппарата // Наука в центральной России. 2013. № 5S. С. 4–6.

2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Колос, 1985. 416 с.

3. Аменадзе Ю. Ф. Теория упругости. М. : Высшая школа, 1976. 272 с.

References

1. Shishlov S. A., Shishlov A. N. Vliyaniye geometricheskikh razmerov semyan soi na parametry zagruzochnogo okna vysevayushchego apparata [Influence of the geometric dimensions of soybean seeds on the parameters of the loading window of the sowing machine]. *Nauka v tsentral'noi Rossii. – Science in Central Russia*, 2013; 5S: 4–6 (in Russ.).

2. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)], Moskva, Kolos, 1985, 416 p. (in Russ.).

3. Amenadze Yu. F. *Teoriya uprugosti* [Theory of elasticity], Moskva, Vysshaya shkola, 1976, 272 p. (in Russ.).

© Шишлов А. Н., Фадеев А. А., Шишлов Д. С., 2022

Статья поступила в редакцию 29.10.2022; одобрена после рецензирования 30.11.2022; принята к публикации 05.12.2022.

The article was submitted 29.10.2022; approved after reviewing 30.11.2022; accepted for publication 05.12.2022.

Информация об авторах

Шишлов Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, Приморская государственная сельскохозяйственная академия, sergey_a_shishlov@mail.ru;

Фадеев Александр Александрович, старший преподаватель, Приморская государственная сельскохозяйственная академия;

Шишлов Дмитрий Сергеевич, студент бакалавриата, Приморская государственная сельскохозяйственная академия

Information about authors

Aleksandr N. Shishlov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Primorskaya State Agricultural Academy, sergey_a_shishlov@mail.ru;

Aleksandr A. Fadeev, Senior Lecturer, Primorskaya State Agricultural Academy;

Dmitrii S. Shishlov, Undergraduate Student, Primorskaya State Agricultural Academy

Научная статья

УДК 631.372:629.114.2

EDN YZWSDM

DOI: 10.22450/199996837_2022_4_144

К вопросу стабилизации ходовой системы и повышения устойчивости против опрокидывания колесного энергетического средства

Александр Александрович Шуравин¹, Николай Вениаминович Пономарев²,
Дмитрий Владимирович Беляков³, Елена Владимировна Панова⁴,
Евгений Евгеньевич Кузнецов⁵, Сергей Васильевич Щитов⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ sh.aleksandr.2019@mail.ru, ² nic_dalgau@mail.ru, ^{3, 5} ji.tor@mail.ru,

⁴ panova1968@mail.ru, ⁶ shitov.sv1955@mail.ru

Аннотация. Как известно, колесные тракторы моноблочной компоновки с колесами различного диаметра имеют ограничения по эксплуатации в условиях склоновых земель, так как при движении возможно переворачивание трактора вокруг задней оси. Следовательно, вопрос обеспечения безопасности движения тракторно-транспортных агрегатов в рассматриваемых условиях всегда является основополагающим при транспортно-технологическом обеспечении районов, в которых развито склоновое земледелие, так как при ведении сельскохозяйственных работ их эффективность во многом зависит от своевременности, оперативности и качества выполнения операций, предусмотренных технологией растениеводства. В рамках реализации научной темы 8 «Мобильная энергетика» в Дальневосточном государственном аграрном университете предложена конструкция буксирно-распределяющего устройства, предназначенного для стабилизации не только курсовой и траекторной устойчивости тракторно-транспортного агрегата при движении, но и повышающего устойчивость трактора против опрокидывания при его галопировании. В статье представлены исследования по стабилизации ходовой системы и обоснованию устойчивости против опрокидывания колесного энергетического средства. При этом теоретически доказана эффективность конструкции буксирно-распределяющего устройства, позволяющего улучшить технологические параметры трактора и его устойчивость против опрокидывания по сравнению с серийным вариантом.

Ключевые слова: тракторно-транспортный агрегат, стабилизация устойчивости, опрокидывание трактора, буксирно-распределяющее устройство

Для цитирования: Шуравин А. А., Пономарев Н. В., Беляков Д. В., Панова Е. В., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. К вопросу стабилизации ходовой системы и повышения устойчивости против опрокидывания колесного энергетического средства // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Том 16. № 4. С. 144–150. doi: 10.22450/199996837_2022_4_144.

Original article

On the issue of the running system stabilizing and the stability increasing against rollover of a wheeled power vehicle

Aleksandr A. Shuravin¹, Nikolay V. Ponomarev², Dmitry V. Belyakov³,
Elena V. Panova⁴, Evgeny E. Kuznetsov⁵, Sergey V. Shchitov⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ sh.aleksandr.2019@mail.ru, ² nic_dalgau@mail.ru, ^{3, 5} ji.tor@mail.ru,

⁴ panova1968@mail.ru, ⁶ shitov.sv1955@mail.ru

Abstract. As you know, monoblock wheeled tractors with wheels of different diameters have

limitations in operation in sloping lands, so when driving, it is possible to turn the tractor around the rear axle. Therefore, the issue of the safety ensuring of the movement of tractor-transport units in the conditions under consideration is always fundamental in the transport and technological support of areas in which slope agriculture is developed, since during agricultural work their effectiveness largely depends on the timeliness, efficiency and quality of operations provided by crop production technology. As part of the implementation of the scientific topic 8 "Mobile Energy" in the Far East State Agrarian University, a design of a towing and distributing device was proposed, designed to stabilize not only the course and trajectory stability of the tractor-transport units during movement, but also increase the stability of the tractor against rollover over when galloping. The article presents studies on the stabilization of the running system and the justification of the stability against rollover of a wheeled power vehicle. At the same time, effectiveness of the design of the towing and distributing device was theoretically proved, which makes it possible to improve the technological parameters of the tractor and its stability against rollover compared to the serial version.

Keywords: tractor-transport unit, stabilization, tractor rollover, towing and distributing device

For citation: Shuravin A. A., Ponomarev N. V., Belyakov D. V., Panova E. V., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. K voprosu stabilizatsii khodovoi sistemy i povysheniya ustoichivosti protiv oprokidyvaniya kolesnogo energeticheskogo sredstva [On the issue of the running system stabilizing and the stability increasing against rollover of a wheeled power vehicle]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2022; 16; 4: 144–150. (in Russ.). doi: 10.22450/199996837_2022_4_144.

Введение. Одной из особенностей при передвижении транспортных агрегатов по дорогам, имеющим значительные показатели крутизны продольного уклона поверхности движения, особенно при движении на подъем, является воздействие прицепа на стабилизацию ходовой системы трактора [1, 2].

Производственными наблюдениями установлено, что при движении под уклон в холмистых участках местности динамический фактор прицепа производит догрузку передней оси трактора, ухудшая управляемость. При движении на подъем прицепной агрегат уменьшает сцепной вес трактора, смещая центр масс в сторону задней оси, снижает продольную устойчивость, увеличивая опасность переворачивания. Особенно значительно эти зависимости проявляются при эксплуатации тракторов моноблочной компоновки с колесами различного диаметра, в связи с чем они имеют ограничения по использованию в условиях склоновых ландшафтов.

Для достижения целей стабилизации и повышения устойчивости против опрокидывания ходовой системы колесного трактора моноблочной компоновки с колесами различного диаметра в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проведенных в соответствии с темой 8 «Мобильная энергетика» (Дальневосточный государственный аграрный

университет, номер государственной регистрации № 121022000099-61) предложена конструкция буксирно-распределяющего устройства (патент Российской Федерации № 2753047) [3].

Данное техническое решение, конструкция и технологические характеристики которого подробно описаны в работах [4, 5] (рис. 1), согласно проведенных теоретических и экспериментальных исследований, способно стабилизировать ходовую систему тракторов, улучшив при этом продольную, курсовую и траекторную устойчивость за счет перераспределения сцепного веса в схеме тракторно-транспортного агрегата.

Вместе с тем воздействие предлагаемого устройства на галопирование и переворачивание трактора вокруг задней оси раскрыто не достаточно, что требует дополнительных теоретических изысканий.

Таким образом, **цель исследований состоит в проведении теоретического обоснования стабилизации ходовой системы и рассмотрения вопроса повышения устойчивости против опрокидывания колесного энергетического средства при установке на трактор буксирно-распределяющего устройства.**

Фрагмент испытаний тракторно-транспортного агрегата с буксирно-распределяющим устройством представлен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Конструкция буксирно-распределительного устройства



Рисунок 2 – Фрагмент производственных испытаний тракторно-транспортного агрегата с буксирно-распределительным устройством

Результаты исследований. Для реализации поставленной цели и проведения теоретического обоснования, основываясь на работах [6, 7], примем тракторно-транспортный агрегат, как механическую систему, состоящую из элементов: трактор, буксирно-распределительное устройство, прицеп.

Рассмотрим опрокидывание трактора относительно задней опоры для серийного трактора. Для этого составим уравнение равновесия относительно задней опоры (рис. 3). При опрокидывании, отрыве переднего моста от поверхности $R_{пер} = 0$.

$$\sum M_{зад}(F_k) = 0 - R_{пер} \cdot B_T + G_T \cdot a_T = P_T \cdot h_k = 0, \quad (1)$$

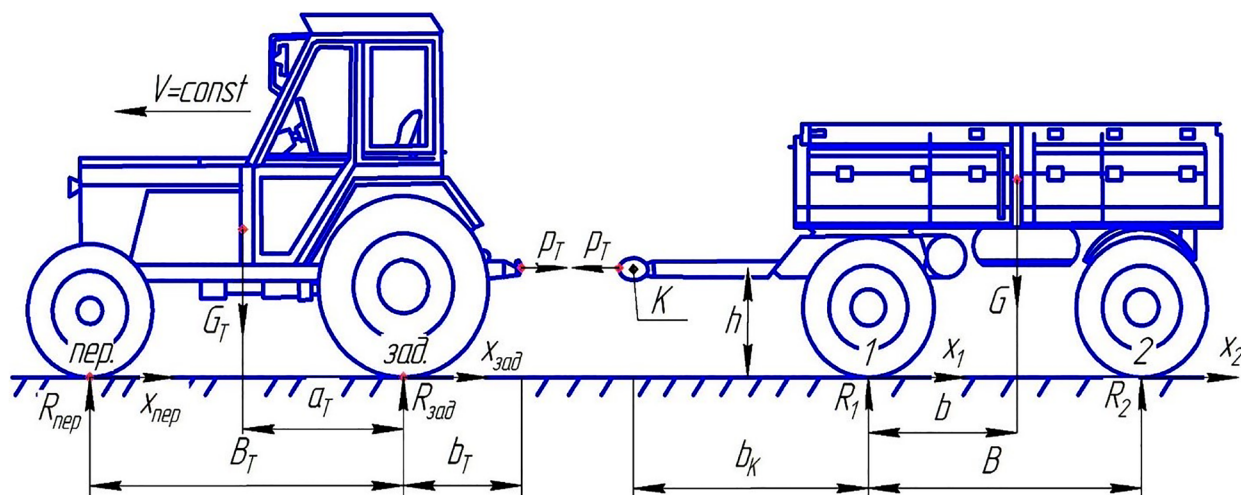
$$R_{пер} = \frac{G_T \cdot a_T}{B_T} - \frac{P_T \cdot h_k}{B_T} \quad (2)$$

При опрокидывании получаем выражение (3) при условии (4):

$$G_T \cdot a_T - P_T \cdot h_k = 0, \quad (3)$$

$$G_T \cdot a_T < P_T \cdot h_k \quad (4)$$

Рассмотрим опрокидывание трактора относительно задней опоры при работе



B_T – колесная база трактора, м; a_T – расстояние от центра тяжести трактора до опоры заднего колеса трактора, м; b_T – расстояние от сцепной петли буксирного устройства до опоры заднего колеса трактора, м; h – расстояние от дышла до поверхности движения, м; G – вес прицепа, Н; G_T – вес трактора, Н; R_1 и R_2 – вертикальные составляющие реакции поверхности под опорами (колесными движителями) прицепа, Н; x_1 и x_2 – горизонтальные составляющие силовой реакции опор прицепа, Н; P_T – тяговое усилие трактора, Н; $R_{пер}$ и $R_{зад}$ – вертикальные составляющие силовой реакции поверхности движения под опорами (колесными движителями) трактора, Н; $X_{пер}$ и $X_{зад}$ – горизонтальные составляющие силовой реакции поверхности под опорами (колесными движителями) трактора, Н; B – колесная база прицепа, м; b – расстояние от центра тяжести прицепа до опоры направляющего колеса прицепа, м; b_k – расстояние от сцепной петли до опоры направляющего колеса прицепа, м

Рисунок 3 – Схема действия сил к определению вертикальных составляющих реакций поверхности серийного тракторно-транспортного агрегата

с устройством. Для этого составим уравнения равновесия относительно задней опоры экспериментального трактора с установленным буксирно-распределяющим устройством, согласно схемы на рисунке 4.

Составим уравнения равновесия относительно задней опоры, согласно схемы на рисунке 4, при отрыве передних колес от поверхности движения и переворачивании трактора:

$$\sum M_{зад}(F_k) = 0 - R'_{пер} \cdot B_T + y_n(B_T - a_k) - x_n \cdot h_k + G_T \cdot a_T - N_d \cdot b_d = 0, \quad (5)$$

$$R'_{пер} = \frac{G_T \cdot a_T + y_n(B_T - a_k) - x_n \cdot h_k - N_d \cdot b_d}{B_T} = \frac{G_T \cdot a_T}{B_T} + \frac{y_n(B_T - a_k) - x_n \cdot h_k - N_d \cdot b_d}{B_T} \quad (6)$$

Так как при опрокидывании $R'_{пер} = 0$, получим выражения (7), (8):

$$\frac{G_T \cdot a_T}{B_T} + \frac{y_n(B_T - a_k) - x_n \cdot h_k - N_d \cdot b_d}{B_T} = 0, \quad (7)$$

$$G_T \cdot a_T + y_n(B_T - a_k) - x_n \cdot h_k - N_d \cdot b_d = 0 \quad (8)$$

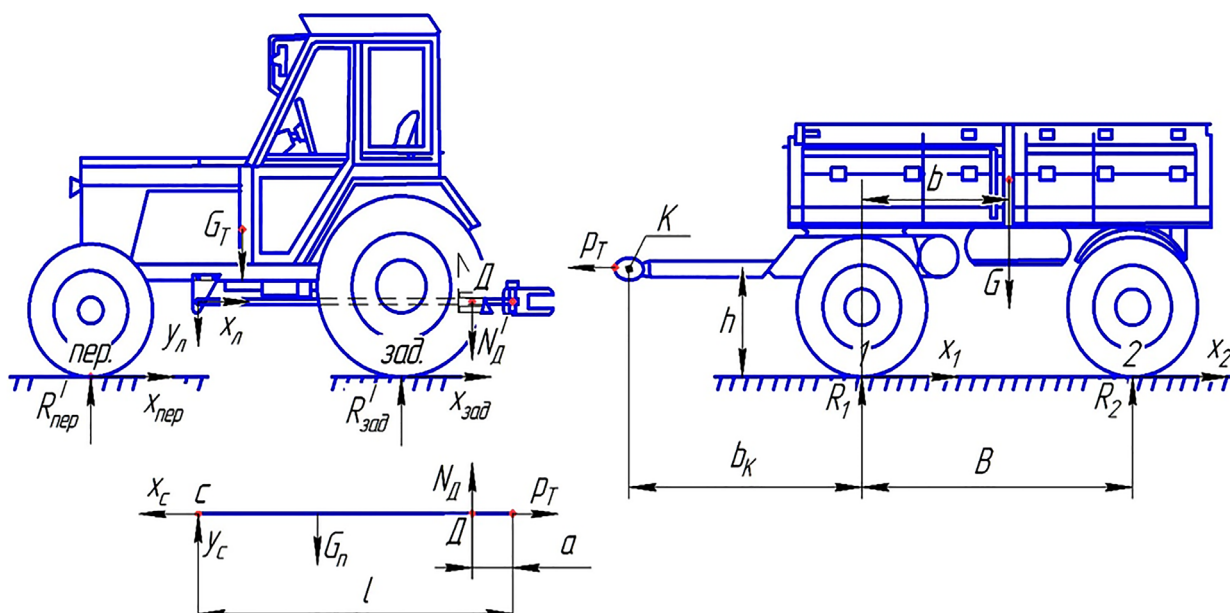
Таким образом, получаем условие опрокидывания при галопировании экспериментального трактора (9):

$$G_T \cdot a_T + y_n(B_T - a_k) < x_n \cdot h_k - N_d \cdot b_d \quad (9)$$

Согласно ранее полученным формулам (5)–(8), получаем выражения (10)–(11):

$$G_T \cdot a_T + \frac{G_n(0,5\ell - a)}{\ell - a} (B_T - a_k) < P_T \cdot h_k + \frac{0,5G_n}{\ell - a} \cdot b_d, \quad (10)$$

$$G_T \cdot a_T + \frac{G_n(0,5\ell - a)}{\ell - a} (B_T - a_k) < P_T \cdot h_k + \frac{0,5G_n}{\ell - a} \cdot b_d + G_0(B_T - a_k) \quad (11)$$



b_d – расстояние от опоры заднего колеса до вертикальной проекции действия силы N'_d , м;
 a_k – расстояние от опоры переднего колеса до линии действия силы y_d , м; h_k – расстояние от поверхности земли до точки соединения кронштейна и торсионной оси устройства, м;
 a – расстояние от тягово-сцепного устройства, м; l – длина рессорной пружины, м;
 D – реакция демпфера, Н; P_T – тяговое усилие, Н; y_c и x_c – реакции в точке с, Н; G_n – вес плоской рессорной пружины, Н, $R'_{пер}$ и $R'_{зад}$ – вертикальные составляющие силовой реакции поверхности движения под опорами (колесными движителями) экспериментального трактора, Н

Рисунок 4 – Схема действия сил к определению вертикальных составляющих реакций поверхности экспериментального тракторно-транспортного агрегата

С учетом взаимодействующих величин, при сравнении формул (3) и (11), получена величина увеличения параметров, уменьшающих вероятность опрокидывания, для экспериментального трактора (12):

$$\Delta = \frac{G_n(0,5l - a)}{l - a} (B_T - a_k) - \frac{0,5G_n}{l - a} \cdot B_d - G_0(B_T - a_k) \quad (12)$$

Заключение. Таким образом, сформированный математический аппарат

подтверждает научную гипотезу о том, что при использовании предлагаемого устройства вероятность опрокидывания трактора при галопировании уменьшается за счет перемещения воздействующей внешней нагрузки в точку, расположенную ближе к передней опоре трактора.

Следовательно, применение устройства предложенной конструкции позволяет не только добиться стабилизации ходовой системы трактора, но и повысить устойчивость колесного энергетического средства против опрокидывания при проявлении эффекта галопирования.

Список источников

1. Алдошин Н. В., Пехутов А. С. Повышение производительности при перевозке сельскохозяйственных грузов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 4. С. 26–27.
2. Belyaev V. I., Fruhauf M., Mainel T. Ecological consequences of conversion of steppe to arable land in Western Siberia // Europa Regional. 2004. Vol. 1. No. 4. P. 13–21.

3. Патент № 2739635 Российская Федерация. Буксирно-распределяющее устройство : № 2020110487 : заявл. 11.03.2020 : опубл. 28.12.2020 / Кушнарев А. Н., Щитов С. В., Кузнецов Е. Е. Бюл. № 1. 10 с.

4. Шуравин А. А., Кузнецов Е. Е. Способ корректирования тягово-сцепных свойств колесного энергетического средства в повороте // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 164–167.

5. Шуравин А. А., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Исследования криволинейного движения транспортных агрегатов // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1 (57). С. 98–107.

6. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Повышение эффективности использования мобильных энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2017. 272 с.

7. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств : монография / С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, Е. С. Поликутина, О. А. Кузнецова. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. 148 с.

References

1. Aldoshin N. V., Pekhutov A. S. Povyshenie proizvoditel'nosti pri perevozke sel'skokhozyaystvennykh грузов [Improving productivity in the transportation of agricultural goods]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 2012; 4: 26–27 (in Russ.).

2. Belyaev V. I., Fruhauf M., Mainel T. Ecological consequences of conversion of steppe to arable land in Western Siberia. *Europa Regional*, 2004; 1; 4: 13–21.

3. Kushnarev A. N., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Buksirno-raspredelyayushchee ustroystvo [Towing-distributing device]. *Patent RF, No. 2728162 patenton.ru 2020* Retrieved from <https://yandex.ru/patents/doc/RU2020110487C1> (Accessed 02 September 2022) (in Russ.).

4. Shuravin A. A., Kuznetsov E. E. Sposob korrektsirovaniya tyagovo-stsepnnykh svoystv kolesnogo energeticheskogo sredstva v povorote [Method for correcting of the traction-coupling properties of a wheeled power vehicle in a turn]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2021; 2: 164–167 (in Russ.).

5. Shuravin A. A., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. Issledovaniya krivolineinogo dvizheniya transportnykh agregatov [Studies of curvilinear motion of transport units]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2021; 1: 98–107 (in Russ.).

6. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: monografiya [Increasing of the efficiency of using mobile energy resources in the technology of cultivation of agricultural crops: monograph], Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2017, 272 p. (in Russ.).

7. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Polikutina E. S., Kuznetsova O. A. Povyshenie prodol'no-poperechnoy ustojchivosti i snizhenie tekhnogennogo vozdejstviya na pochvu kolyosnykh mobil'nykh energeticheskikh sredstv: monografiya [Increasing of the longitudinal-transverse stability and reducing of the technogenic impact on the soil of wheeled mobile power means: monograph], Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020, 148 p. (in Russ.).

© Шуравин А. А., Пономарев Н. В., Беляков Д. В., Панова Е. В., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., 2022

Статья поступила в редакцию 22.10.2022; одобрена после рецензирования 29.11.2022; принята к публикации 13.12.2022.

The article was submitted 22.10.2022; approved after reviewing 29.11.2022; accepted for publication 13.12.2022.

Информация об авторах

Шуравин Александр Александрович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, sh.aleksandr.2019@mail.ru;

Пономарев Николай Вениаминович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, nic_dalgau@mail.ru;

Беляков Дмитрий Владимирович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет;

Панова Елена Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, panova1968@mail.ru;

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

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, shitov.sv1955@mail.ru

Information about authors

Aleksandr A. Shuravin, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, sh.aleksandr.2019@mail.ru;

Nikolai V. Ponomarev, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, nic_dalgau@mail.ru;

Dmitrii V. Belyakov, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University;

Elena V. Panova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, panova1968@mail.ru;

Evgenii E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ji.tor@mail.ru;

Sergei V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»

С 1 января 2023 года редакция журнала принимает статьи по следующим тематическим направлениям:

- Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки);
- Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки);
- Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки);
- Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки);
- Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственный науки);
- Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки);
- Пищевые системы (технические науки).

Объём научной статьи должен составлять не менее 8 и не более 15 страниц.

Текст научной статьи должен быть тщательно вычитан и отредактирован. При этом в процессе редакционно-издательской обработки в текст могут вноситься изменения лингвостилистического характера, а также изменения в части соответствия представления текста требованиям государственных стандартов.

Авторы несут ответственность за достоверность, оригинальность, степень научной обоснованности материала и подготовку выводов.

Текст статьи рекомендуется структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: *введение, методы исследований, результаты исследований и обсуждение, заключение или выводы, список источников. После изложения введения обязательно указывается цель исследования.*

До основного текста статьи приводят на языке текста статьи, а затем повторяют на английском языке (кроме УДК) следующую информацию:

- код УДК;
- через одну строку: название статьи (строчными буквами (с первой прописной), полужирным начертанием шрифта, с выравниванием по центру, без абзацного отступа);
- через одну строку: имя, отчество (при наличии) и фамилия автора (полностью) (шрифт полужирный);
- на следующей строке – полное наименование организации, являющейся местом работы (учёбы) автора, с указанием города и страны, адреса электронной почты автора;
- в случае нескольких авторов статьи информация повторяется для каждого автора в отдельности; при этом, если все авторы статьи работают (обучаются) в одной организации, место работы (учёбы) каждого автора отдельно не указывается;
- через одну строку – аннотация;
- на следующей строке – ключевые слова (от 5 до 10 слов, выражающих содержание научной статьи).

В аннотации указывают существо проведённых автором научных исследований и полученные результаты. Аннотация должна показывать научную новизну и практическую значимость подготовленной статьи. Рекомендуемый объём аннотации должен быть не менее 100 слов и не более 250 слов.

При подготовке аннотации необходимо соблюдать следующие правила: 1) аннотация излагается тезисно, простыми короткими предложениями; 2) при изложении аннотации нужно использовать простые речевые обороты, не усложнять и не загромождать текст сложными конструкциями; не приводить примеры; 3) аннотация не должна содержать дополнительную интерпретацию или критические замечания автора статьи; в ней также не должно быть информации, которой нет в статье; 4) в аннотации не следует приводить мнения учёных по научной проблеме, делать их аналитический обзор, давать ссылки на использованные источники.

При изложении текста научной статьи необходимо соблюдать правила:

1. Таблицы, формулы, диаграммы, блок-схемы приводить только в редактируемом виде. Не допускается вставка данных объектов в виде фотографий.
2. При размещении диаграммы следует подписывать оси, указывая соответствующие величины и их размерность; приводить легенду; а, по возможности, и подписи данных.
3. При создании математических формул допускается использовать «Редактор уравнений» Microsoft Word или специализированную программу Math Type.

4. При помещении в текст научной статьи фотографии, изображение должно быть чётким и контрастным, легко визуализироваться читателем. Разрешение изображения должно составлять не менее 300 dpi. Рекомендуется в качестве типа файла изображения использовать png.

5. Допустимо использование только общепринятых сокращений, установленных правилами грамматики русского языка, и общеизвестных аббревиатур; в остальных случаях – автор обязательно должен давать расшифровку. Это же касается и обозначений, приводимых в формулах, блок-схемах.

6. Не допускается установление в тексте статьи автоматической расстановки переносов.

При оформлении списка источников следует учитывать:

1. Список источников оформляют в соответствии с ГОСТ 7.0.5–2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

2. В списке источников не рекомендуется приводить нормативные документы. Если в проведении исследования автор применяет их положения, достаточно указать документ в тексте статьи (с обязательным обозначением даты принятия, номера и названия нормативного акта).

3. Номера источников в списке присваивают в порядке упоминания этих источников (ссылок на них) в тексте статьи. При отсутствии ссылки в тексте, при редакционно-издательской обработке источник будет удалён из списка.

4. После составления списка источников на русском языке, представляется его англоязычная версия (References). При подготовке References следует использовать *стиль Vancouver*, пример применения которого показан в ГОСТ Р 7.0.7–2021 «Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление».

После изложения списка источников указывают информацию об авторах статьи. По каждому автору статьи необходимо привести:

- фамилия, имя и отчество (при наличии) – полностью;
- учёную степень (при наличии);
- учёное звание (при наличии);
- для авторов, не имеющих учёной степени и учёного звания, указывается занимаемая должность (например, младший научный сотрудник, старший преподаватель и т. д.);
- если автором является обучающийся, указывается категория обучающегося (например, аспирант, студент магистратуры и т. д.);
- наименование организации, являющейся основным местом работы (учёбы);
- адрес электронной почты.

Электронная версия статьи передаётся по электронной почте на адрес издания:

dvagrovestnik@dalgau.ru

При наличии замечаний по научной статье, они направляются автору на указанный им адрес электронной почты. Автор обязуется ответить на замечания в течение пяти рабочих дней с даты получения письма или связаться с редакцией с просьбой продления срока. В противном случае автор несёт риск неопубликования статьи в текущем номере издания.

РЕДАКЦИЯ:

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

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 BULLETIN

Since January 1, 2023, the Editorial Board of the journal accepts articles in the following thematic areas:

- General agriculture and plant cultivation (agricultural sciences);
- Selection, seed farming and plant biotechnology (agricultural sciences);
- Agrochemistry, agricultural soil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences);
- Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology (biological sciences, veterinary sciences);
- Specific zootechnics, feeding, feed preparation and livestock production technologies (biological sciences, agricultural sciences);
- Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences);
- Food systems (technical sciences).

The volume of a scientific article should be at least 8 and no more than 15 pages.

The text of the scientific article should be carefully proofread and edited. At the same time, in the process of editorial and publishing processing, changes of a linguistic and stylistic nature may be made to the text, as well as changes in terms of compliance of the presentation of the text with the requirements of state standards.

The authors are responsible for the reliability, originality, the degree of scientific validity of the material and the preparation of conclusions.

It is recommended to structure the text of the article using the subheadings of the relevant sections: *introduction, research methods, research results and discussion, conclusion, list of sources*. After the presentation of the introduction, the purpose of the study must be indicated.

Before the main text of the article, the following information is given in the language of the text of the article, and then repeated in English (except UDC code):

- UDC code;
- one line apart: the title of the article (in lowercase letters (with the first uppercase), bold font, centered, without paragraph indentation);
- in one line: first name, patronymic (if any) and last name of the author (in full) (bold font);
- on the next line – the full name of the organization that is the place of work (study) of the author, indicating the city and country, the e-mail address of the author;
- in the case of several authors of the article, the information is repeated for each author separately; at the same time, if all the authors of the article work (study) in the same organization, the place of work (study) of each author is not specified separately;
- one line apart – annotation;
- on the next line – keywords (**from 5 to 10 words expressing the content of the scientific article**).

The abstract indicates the essence of the scientific research carried out by the author and the results obtained. The abstract should show the scientific novelty and practical significance of the prepared article. The recommended length of the abstract should be at least 100 words and no more than 250 words. When preparing an annotation, the following rules must be observed: 1) the abstract is presented abstractly, in simple short sentences; 2) when presenting the abstract, you need to use simple speech phrases, do not complicate or clutter the text with complex constructions; do not give examples; 3) the abstract should not contain additional interpretation or critical remarks of the author of the article; it should also not contain information that is not in the article; 4) the abstract should not contain the opinions of scientists on a scientific problem, make their analytical review, give references to the sources used.

When presenting the text of a scientific article, it is necessary to follow the rules:

1. Tables, formulas, diagrams, flowcharts should be given only in editable form. It is not allowed to insert these objects in the form of photos.
2. When placing the diagram, you should sign the axes, indicating the corresponding values and their dimension; give a legend; and, if possible, data signatures.
3. When creating mathematical formulas, it is allowed to use *Microsoft Word "Equation Editor"* or a specialized *Math Type* program.

4. When placing a photo in the text of a scientific article, the image should be clear and contrasting, easily visualized by the reader. The image resolution must be at least 300 dpi. It is recommended to use "png" as the image file type.

5. It is permissible to use only generally accepted abbreviations established by the rules of grammar of the Russian language, and well-known abbreviations; in other cases, the author must necessarily give a transcript. The same applies to the notation given in formulas, flowcharts.

6. It is not allowed to establish automatic hyphenation in the text of the article.

When making a list of sources, you should take into account:

1. The list of sources is drawn up in accordance with GOST 7.0.5–2008. "Bibliographic reference. General requirements and rules of compilation".

2. It is not recommended to include regulatory documents in the list of sources. If the author applies their provisions in the research, it is sufficient to indicate the document in the text of the article (with the mandatory designation of the date of adoption, number and title of the normative act).

3. The numbers of sources in the list are assigned in the order in which these sources (references to them) are mentioned in the text of the article. If there is no reference in the text, the source will be removed from the list during editorial and publishing processing.

4. After compiling the list of sources in Russian, its English version (References) is submitted. When preparing References, you should use the *Vancouver style*, an example of which is shown in GOST R 7.0.7–2021 "Articles in journals and collections. Publishing design".

After the list of sources is presented, information about the authors of the article is indicated. For each author of the article, it is necessary to provide:

- surname, first name and patronymic (if any) – in full;
- academic degree (if available);
- academic title (if available);
- for authors who do not have an academic degree and academic title, the position held is indicated (for example, junior researcher, senior lecturer, etc.);
- if the author is a student, the category of the student is indicated (for example, graduate student, student master's degree, etc.);
- the name of the organization that is the main place of work (study);
- e-mail address.

The electronic version of the article is sent by e-mail to the address of the publication:

dvagrovestnik@dalgau.ru

If there are comments on a scientific article, they are sent to the author at the e-mail address specified by him. The author undertakes to respond to comments within five working days from the date of receipt of the letter or contact the editorial office with a request for an extension of the deadline. Otherwise, the author bears the risk of unpublished articles in the current issue of the publication.

EDITORIAL OFFICE:

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

86, Polytechnicheskaya Str., Blagoveshhensk, Amur Region, 675000,
editorial office of the Journal «Far East Agrarian Bulletin»

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

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК

Научно-практический журнал «Дальневосточный аграрный вестник» публикует оригинальные статьи по актуальным проблемам научного обеспечения агропромышленного комплекса в области агрономии, ветеринарии, зоотехнии и агроинженерных систем. Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, включённых Высшей аттестационной комиссией России в список изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата и доктора наук (Письмо ВАК от 01.12.2015 № 13-6518). Индексируется в библиографической базе CrossRef. Всем статьям журнала присваивается цифровой идентификатор (DOI).

Подписной индекс
в Объединённом каталоге «ПРЕССА РОССИИ» – 94054
Онлайн подписка –
<https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/i94054/>

Тел. редакции: 8 (4162) 99-51-47
E-mail: dvagrovestnik@dalgau.ru
Веб-сайт: <https://vestnik.dalgau.ru>