



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

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК

FAR EASTERN AGRARIAN BULLETIN

**Том 17
Номер 2
2023**

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

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

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 агробиотехнологий 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 агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»;

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

Ли Хунпэн, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр.,

Хейлунцзянская академия сельскохозяйственных наук, г. Харбин, КНР;

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

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

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;

Туяева 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/](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 № 1029
по состоянию на 22.05.2023)**

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 Gorskaya 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-ru.ru/cat/1/edition/94054/>

The Journal is presented
in the system of Russian
Science Citation Index (RSCI)
and on the platform
of Scientific Electronic Library
www.elibrary.ru

By order of the Higher
Attestation Commission (HAC)
of the Ministry of Education
and Science of the Russian
Federation
dated December 01, 2015:
The Journal has been included in
the List of Reviewed
Scientific Editions,
which shall publish the main
findings of these:
Ph.D. thesis; doctoral thesis
(HAC's Letter № 13-6518
from 01.12.2015)
(In the HAC List № 1029
for May 22, 2023)

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ.....	5
<i>Беляев В. И., Буксман В. Э., Садов В. В., Смышляев А. А., Тур А. В.</i> Влияние дифференцированного посева на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы ..	5
<i>Зарицкий А. В., Пакулина А. П., Платонова Т. П.</i> Биологические особенности и химический состав ягод сортов и гибридов жимолости селекции Дальневосточного ГАУ13	
<i>Зацепина И. В.</i> Воздействие стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) при выращивании одревесневших черенков сортов и форм груши	22
<i>Кузьмин А. А.</i> Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области.....	31
<i>Лукашина А. А.</i> Влияние условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность зерна кукурузы в условиях Хабаровского края	45
<i>Минькач Т. В., Конюшков А. И., Щегорец О. В.</i> Посевные качества семян сои в зависимости от места их образования на растении	57
ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ	63
<i>Дёмкина О. В., Груздова О. В., Корнилова А. В., Толмачёв В. С.</i> Гельминтозы медведей, содержащихся в неволе (на примере г. Благовещенска Амурской области).....	63
АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	71
<i>Алдошин Н. В., Васильев А. С., Козлов Н. Д.</i> Механизированная технология утилизации соломы.....	71
<i>Бондаренко А. М., Качанова Л. С.</i> Технологические подходы к совершенствованию системы машин для производства и применения органических удобрений в аграрном секторе.....	81
<i>Гуськов Ю. А., Курносов А. Ф.</i> Способ уборки зерновых культур с применением беспилотных летательных аппаратов	92
<i>Денисович Ю. Ю., Осипенко Е. Ю., Кичигина Е. Ю., Гаврилова Г. А.</i> Применение растительного сырья Дальневосточного региона в технологии производства функционального пищевого продукта.....	102
<i>Леонов В. В., Кушнарев А. Н., Маршанин Е. В., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В.</i> Повышение производительности экспериментального колесного агрегата на полевых работах.....	112
<i>Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А.</i> Совершенствование конструкции измельчителя соломы, комбинированного с половосборником для зерноуборочного комбайна на уборке сои.....	121
<i>Хазагаева С. Н., Замбалова Н. А., Качанина Л. М., Хамагаева И. С.</i> Бифидогенные свойства облепихового масла	131
ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК».....	138

CONTENTS

AGRONOMY	5
<i>Belyaev V. I., Buksman V. E., Sadov V. V., Smyshlyaev A. A., Tur A. V.</i> The effect of differentiated sowing on the water regime of the soil and the yield of spring wheat.....	5
<i>Zaritsky A. V., Pakusina A. P., Platonova T. P.</i> Biological characteristics and chemical composition of berries of honeysuckle varieties and hybrids bred by the Far Eastern State Agrarian University	13
<i>Zatsepina I. V.</i> The effect of the plant growth stimulator β -indolyl-3-butyric acid (IBA) in the cultivation of ligneous cuttings of pear varieties and forms	22
<i>Kuzmin A. A.</i> Features of the spread of soybean diseases in the Amur region	31
<i>Lukashina A. A.</i> Effect of growing conditions corn morphobiological features and yield in Khabarovsk region.....	45
<i>Minkach T. V., Konyushkov A. I., Shchegorets O. V.</i> Sowing qualities of soybean seeds depending on the place of their formation on the plant	57
ANIMAL BREEDING AND VETERINARY	63
<i>Demkina O. V., Gruzдова O. V., Kornilova A. V., Tolmachev V. S.</i> Helminths of the bears held in captivity (on the example of Blagoveshchensk, Amur region).....	63
AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES	71
<i>Aldoshin N. V., Vasilev A. S., Kozlov N. D.</i> Mechanical straw utilization technology	71
<i>Bondarenko A. M., Kachanova L. S.</i> Technological approaches to improving the system of machines for the production and application of organic fertilizers in the agricultural sector ..	81
<i>Guskov Yu. A., Kurnosov A. F.</i> Method for harvesting grain crops using unmanned aerial vehicles.....	92
<i>Denisovich Yu. Yu., Osipenko E. Yu., Kichigina E. Yu., Gavrilova G. A.</i> The use of plant raw materials of the Far East region in the production technology of a functional food product	102
<i>Leonov V. V., Kushnarev A. N., Marshanin E. V., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V.</i> Improving the performance of an experimental wheeled unit in the field.....	112
<i>Sakharov V. A., Lipkan A. V., Kuvshinov A. A.</i> Improving the design of a straw shredder combined with a chaff saver for a combine harvester while soybean harvesting.....	121
<i>Khazagaeva S. N., Zambalova N. A., Kachanina L. M., Khamagaeva I. S.</i> Bifidogenic properties of sea buckthorn oil.....	131

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

Научная статья

УДК 633.11+631.53.04

EDN YJOCVS

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_5

**Влияние дифференцированного посева
на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы**

**Владимир Иванович Беляев¹, Виктор Эммануилович Буксман²,
Виктор Викторович Садов³, Андрей Алексеевич Смышляев⁴,
Андрей Викторович Тур⁵**

^{1,3,4} Алтайский государственный аграрный университет, Алтайский край, Барнаул, Россия

² Amazonen-Werken, Нижняя Саксония, Хасберген, Германия

⁵ Представительство Amazonen-Werken по Сибири и Дальнему Востоку

Новосибирская область, Новосибирск, Россия

¹ prof-belyaev@ya.ru, ² Dr.Viktor.Buxmann@amazone.de,

³ sadov.80@mail.ru, ⁵ tur_andrej@mail.ru

Аннотация. При полевых экспериментальных исследованиях рассмотрено влияние норм внесения семян и доз внесения минеральных удобрений по зонам почвенного плодородия исследуемого участка на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы в условиях Алтайского края. Для выбора оптимальных параметров эксперимента, обеспечивающих достоверное получение данных, был реализован полнофакторный эксперимент для трех факторов. В течение вегетационного периода определены запасы влаги в метровом слое для каждого экспериментального участка. На основании наложения графических зависимостей количества семян, удобрений и полученной урожайности по зонам почвенного плодородия выявлена значимость исследуемых факторов и установлены их рациональные сочетания, обеспечивающие достижение максимальной урожайности. Подтверждено, что наиболее существенное влияние на водный режим почвы и урожай яровой пшеницы из исследуемых факторов оказывает зона почвенного плодородия. Доказана высокая эффективность правильного применения дифференцированного посева и внесения минеральных удобрений. Так, диапазон изменения урожайности составил 28,6–41,5 ц/га.

Ключевые слова: почвенное плодородие, водный режим, норма внесения семян, доза внесения минеральных удобрений, дифференцированный посев, урожайность

Для цитирования: Беляев В. И., Буксман В. Э., Садов В. В., Смышляев А. А., Тур А. В. Влияние дифференцированного посева на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 5–12. doi: 10.22450/19996837_2023_2_5.

Original article

**The effect of differentiated sowing
on the water regime of the soil and the yield of spring wheat**

**Vladimir I. Belyaev¹, Viktor E. Buxsman², Viktor V. Sadov³,
Andrei A. Smyshlyayev⁴, Andrei V. Tur⁵**

^{1,3,4} Altai State Agrarian University, Altai krai, Barnaul, Russia

² Amazonen-Werken, Lower Saxony, Hasbergen, Germany

⁵ Amazonen-Werken Representative Office in Siberia and the Far East
Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

¹ prof-belyaev@ya.ru, ² Dr.Viktor.Buxmann@amazone.de,

³ sadov.80@mail.ru, ⁵ tur_andrej@mail.ru

Abstract. The influence of seed application rates and doses of mineral fertilizers in the zones of soil fertility of the studied area on the water regime of the soil and the yield of spring wheat in the conditions of the Altai krai is considered during field experimental studies. To select the optimal experimental parameters that ensure reliable data acquisition, a full-factor experiment was implemented for three factors. Moisture reserves in the meter layer for each experimental site were determined during the growing season. Based on the superimposition of graphical dependencies of the amount of seeds, fertilizers and the yield obtained by soil fertility zones, the significance of the studied factors was revealed and their rational combinations were established to ensure maximum yield. It has been confirmed that the soil fertility zone has the most significant impact on the water regime of the soil and the yield of spring wheat among the studied factors. The high efficiency of the correct application of differentiated sowing and the application of mineral fertilizers has been proven. For example, the range of yield changes was 28.6–41.5 c/ha.

Keywords: soil fertility, water regime, the rate of application of seeds, the dose of mineral fertilizers, differentiated sowing, yield

For citation: Belyaev V. I., Buksman V. E., Sadov V. V., Smyshlyaev A. A., Tur A. V. Vliyaniye differentsirovannogo poseva na vodnyi rezhim pochvy i urozhainost' yarovoi pshenitsy [The effect of differentiated sowing on the water regime of the soil and the yield of spring wheat]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 5–12 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_5.

Введение. Уровень урожайности и качество зерна во многом зависят от погодных условий, плодородия почвы и применяемых технологий [1–3]. Повысить эффективность производства можно различными способами, в частности, увеличением урожайности и снижением средних затрат на единицу продукции. И растениеводство не является в данном случае исключением, а внедрение современных технологий возделывания и технических средств позволяет достичь этой цели.

В качестве примера оптимизации, наращивания потенциала урожайности и снижения издержек можно привести широко распространенные технологии возделывания «No-till», «Strip-till» или «Mini-till», а также новое направление в растениеводстве – дифференцированный посев. Данный способ сева предполагает изменение нормы высеваемого посевного материала и доз внесения удобрений в зависимости от зон почвенного плодородия поля.

Основная гипотеза исследования сформулирована следующим образом: *существует влияние дифференцированного посева и внесения стартовых доз минеральных удобрений с учетом зон почвен-*

ного плодородия поля на водный режим почвы и урожайность яровой пшеницы в условиях Алтайского края.

Цель исследования – *определение зависимостей, характеризующих количество внесенных семян и удобрений на водный режим почвы по зонам почвенного плодородия на урожайность пшеницы.*

Методика исследования. Полевой опыт по изучению влияния различных вариантов нормы высева семян и внесения минеральных удобрений на развитие растений, формирование урожая и качество зерна был проведен в ООО «Чарышское» Усть-Калманского района Алтайского края в 2022 г. Данные его результатов были получены с поля, где возделывался сорт яровой пшеницы «Бурани» на общей площади 411,9 га. Посев проводился с 5 по 8 мая 2022 г. Стартовая доза удобрений была внесена в рядок вместе с посевным материалом при посеве. Посев выполнялся агрегатом, состоящим из трактора New Holland 9040 и универсальной сеялки Amazone DMC Primera 12000-2С.

Закладка опыта была выполнена в трех зонах почвенного плодородия поля (рис.1) при трех различных сочетаниях норм высева семян (133; 152 и 171 кг/га)

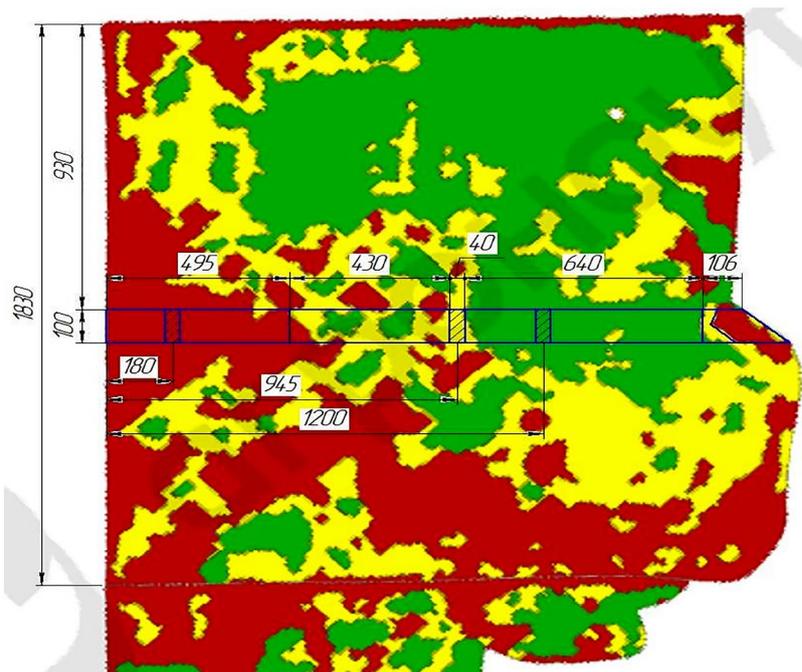


Рисунок 1 – Карта опытного поля с зонами плодородия
Figure 1 – Map of the experimental field with fertility zones

и трех дозах внесения аммиачной селитры (80; 100 и 120 кг/га) (табл. 1). Таким образом, был реализован полнофакторный эксперимент 3³. Всего 27 вариантов [4, 5].

В полевом опыте использованы карты зон почвенного плодородия поля, которые были подготовлены компанией ООО «Агроноут». Опытные участки отмечены

линиями, а площадки измерений заштрихованы (рис. 1).

В 2022 г. распределение температур и осадков (по данным ближайшей метеостанции с. Усть-Калманка, 7 км от хозяйства), а также их многолетние значения были следующими (табл. 2 и 3).

Таблица 1 – План-матрица полевого опыта для каждой из трех зон почвенного плодородия на поле

Table 1 – Plan-matrix of field experience for each of the three zones of soil fertility in the field

Номер опыта	Факторы и уровни варьирования		Норма высева семян, млн. шт./га
	норма высева семян, кг/га	доза внесения удобрений, кг/га	
1	152	80	3,90
2	152	100	3,90
3	152	120	3,90
4	133	100	3,42
5	171	100	4,39
6	133	80	3,42
7	171	120	4,39
8	133	120	3,42
9	171	80	4,39

Таблица 2 – Количество осадков за вегетационный период в 2022 г.

Table 2 – The amount of precipitation for the growing season in 2022

Месяц	Сумма осадков по декадам, мм			Всего, мм	Средние многолетние, мм	В процентах от средних многолетних
	I	II	III			
Май	0,3	2	2	4	52	8
Июнь	27	46	6	79	46	172
Июль	18	17	26	61	72	85
Август	11	31	2	44	40	110
Всего	–	–	–	188	210	112

Таблица 3 – Средние температуры за вегетационный период в 2022 г.

Table 3 – Average temperatures for the growing season in 2022

Месяц	Средние температуры по декадам, °С			В среднем, мм	Средние многолетние, °С	В процентах от средних многолетних
	I	II	III			
Май	12,6	18,9	20,3	17,4	12,8	136
Июнь	14,0	20,9	22,2	19,0	18,2	104
Июль	18,6	18,8	20,4	19,3	20,1	96
Август	19,4	15,7	15,3	16,8	18,2	92
В среднем	–	–	–	18,1	17,3	105

Из анализа таблиц 2 и 3 следует, что с мая по август количество осадков в условиях года было ниже среднего многолетнего на 22 мм (12 %), а средняя температура выше на 0,8 °С (5 %). Причем, если в мае выпало всего 8 % нормы осадков, то в июне – 170 % от нормы. Наибольшее отклонение температуры от многолетней наблюдали в мае (36 % от нормы), а минимальное отклонение – в период с июня по июль (4–6 % от нормы).

Проведенные замеры из почвенных образцов показали, что по состоянию на 7 мая влажность почвы на опытном поле распределялась по слоям и зонам относительно равномерно.

Исходная обеспеченность почвы элементами питания приведена в таблице 4 (протокол испытаний Центра агрохимической службы «Алтайский» №131/1).

Согласно классификации, данные показатели соответствуют следующим уровням обеспеченности почвы элементами питания: по азоту – низкое; по фосфору – высокое; по калию – среднее.

Результаты исследования. В условиях низкой влагообеспеченности на опытном поле во всех вариантах получены достаточно неравномерные значения глубины заделки семян, высоты растений и количества всходов. Вариация их в среднем составила 19,0; 13,9 и 16,0 % соответственно. Средняя полевая всхожесть семян пшеницы на опытных делянках была невысокой и изменялась в пределах от 39,9 до 65,4 %.

По результатам измерения влажности почвы за вегетацию и запасов влаги по опытному участку построена графическая зависимость (рис. 2). Варианты опыта с номерами 1–9 были отобраны в зоне низкого плодородия, 10–18 – в зоне среднего плодородия, а образцы с номерами 19–27 – в зоне высокого плодородия.

Анализ динамики влагозапасов в метровом слое почвы указывает на ее значимое различие по вариантам опытов за период вегетации. Кроме того, динамика выпадения осадков по вегетации и развитие растений по вариантам опытов также

Таблица 4 – Обеспеченность зон почвенного плодородия элементами питания
Table 4 – Supplying of soil fertility zones with nutrients

Площадь поля, га	Зона почвенного плодородия	Массовая доля азота нитратов, мг/кг	Массовая доля фосфора, мг/кг	Массовая доля калия, мг/кг	Массовая доля серы, мг/кг
411,9	низкая	7,8	158,6	75,3	1,8
	средняя	6,3	225,7	88,3	2,0
	высокая	6,5	200,0	90,3	1,6
В среднем		6,9	194,8	84,6	1,8

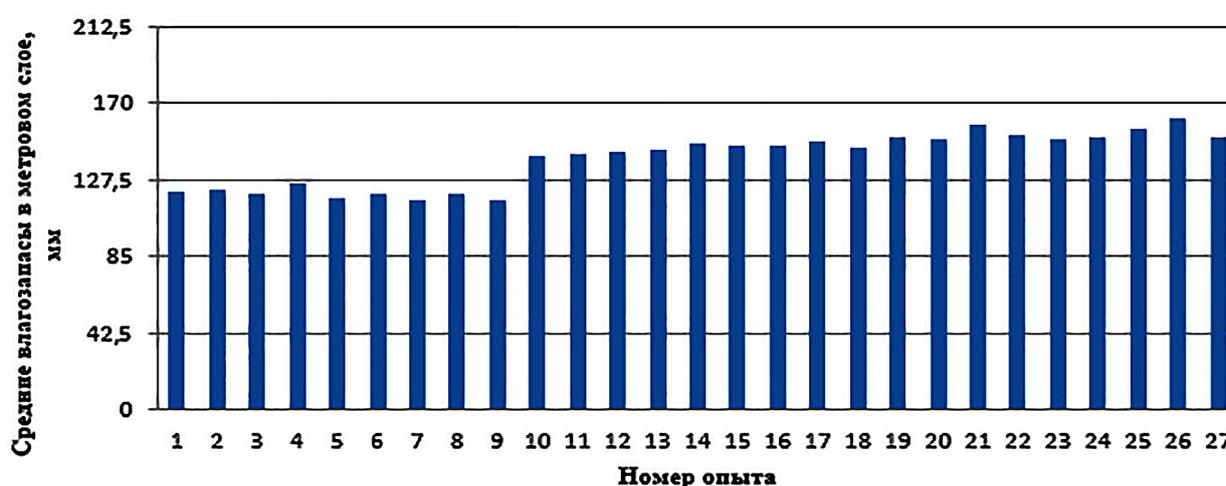


Рисунок 2 – Средние запасы влаги в метровом слое почвы за период вегетации по опытным участкам
Figure 2 – Average moisture reserves in a meter layer of soil during the growing season for experimental plots

значимо влияла на водный режим почвы. На это указывает динамика изменения влагозапасов.

Так, если 7 мая различие в общих средних влагозапасах по зонам плодородия почвы составляло 18,0; 31 мая – 24,1, то 15 июня уже 67,5 мм. В дальнейшем (6 июля, 19 июля, 4 августа) наблюдалось снижение различий во влагозапасах: 44,6; 39,1 и 24,1 мм соответственно.

В среднем за вегетацию максимальные влагозапасы были определены в зоне высокого плодородия почвы (153,5 мм), а минимальные – в зоне низкого плодородия (119,7 мм). Различия статистически высоко значимы.

По различным нормам высева семян в среднем за вегетацию различия во влаго-

запасах не существенны (138,3–141,1 мм), также, как и по дозам внесения удобрений (137,9–141,3 мм).

Таким образом, на общие влагозапасы в метровом слое почвы и динамику их изменения наиболее существенное влияние оказывает зона почвенного плодородия. Нормы высева семян и дозы внесения удобрений в диапазоне изменения исследуемых факторов в среднем не оказали значимого влияния на водный режим почвы и его динамику.

Особый интерес вызывает полученная биологическая урожайность на опытных участках (рис. 3). При наложении графиков урожайности, количества удобрений и семян можно сделать следующие выводы – увеличение количества удобре-

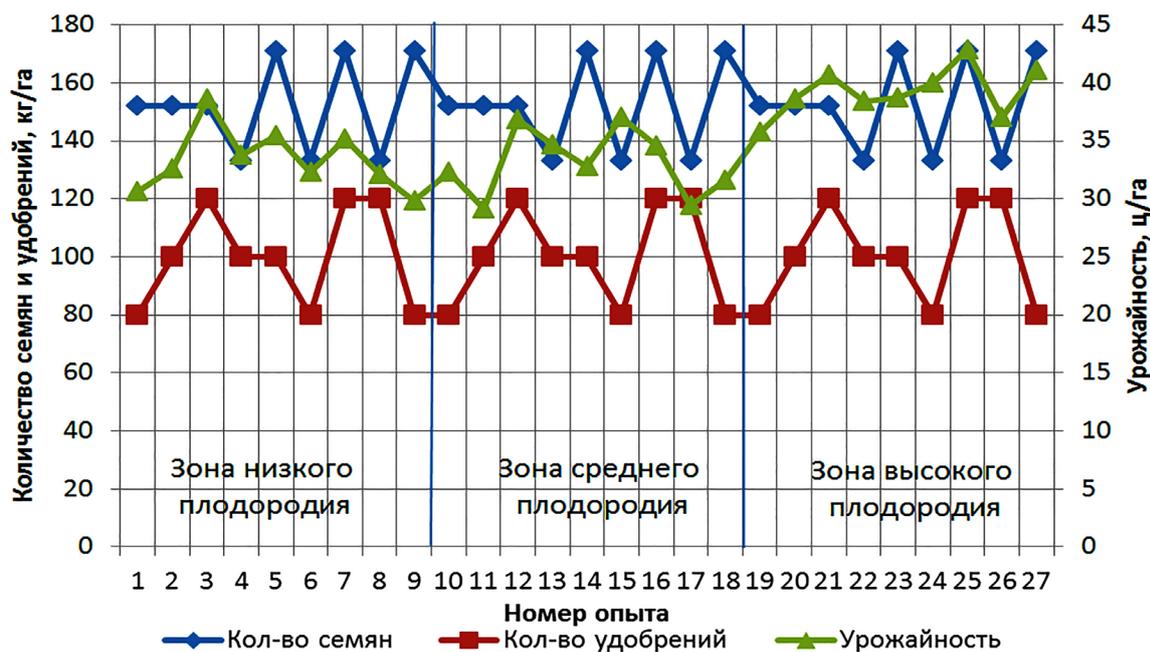


Рисунок 3 – Графические зависимости урожайности пшеницы и количества внесенных семян и удобрений по вариантам опытов

Figure 3 – Graphical dependences of wheat yield and the amount of applied seeds and fertilizers by experiment options

ний в каждой зоне при средней норме семян (опытные делянки 1–3, 10–12, 19–21) приводит к увеличению урожайности. Минимальная норма внесения семян при изменяющихся дозах удобрений в зонах низкой и средней плодородности приводит к снижению урожая (опытные делянки 4, 6, 8, 13, 15, 17) по сравнению с зонами высокого почвенного плодородия (опытные делянки 22, 24, 26).

При высокой норме высева семян увеличение количества удобрений приводит к увеличению урожайности. А максимальная величина урожайности наблюдается в зоне высокого плодородия при максимальных количествах семян и удобрений (опытная делянка 25).

Заключение. Наиболее существенное влияние на водный режим почвы и урожай яровой пшеницы из исследуемых факторов оказывает зона почвенного плодородия. Различия в средних запасах влаги в метровом слое почвы за вегетацию составляют 33,8 мм или 28,2 %, а в урожайности пшеницы 5,7 ц/га или 17,3 % в пользу зон высокого плодородия на поле. По нормам высева семян и дозам внесения удобрений в среднем различия менее существенны (2,8; 3,4 мм и 0,8; 1,8 ц/га соответственно).

При выполнении дифференцированного посева и внесении удобрений в зоне низкого плодородия лучшую эффективность обеспечил вариант 7 (при норме высева семян 171 кг/га и дозе удобрений 120 кг/га), в зоне среднего плодородия – вариант 3 (норма высева семян 152 кг/га, доза удобрений 120 кг/га), а в зоне высокого плодородия – вариант 7 (норма высева семян 171 кг/га, доза удобрений – 120 кг/га).

Реализация различных сочетаний норм высева семян и доз внесения удобрений по зонам почвенного плодородия в опыте обеспечили высоко значимые различия в урожайности яровой пшеницы (диапазон изменения 28,6–41,5 ц/га), что указывает на высокий потенциал ее роста при условии правильного применения дифференцированного посева.

Таким образом, для получения высоких урожаев и снижения средних издержек при производстве яровой пшеницы необходимо перенаправлять более высокие дозы удобрений и нормы высева посевного материала в зоны с высоким уровнем плодородия, используя для этого технические возможности современных посевных комплексов.

Список источников

1. Беляев В. И., Вольнов В. В. Основные элементы ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в Алтайском крае // Вестник Алтайской науки. 2012. № 1. С. 6–10.
2. Беляев В. И., Соколова Л. В. Влияние нормы высева семян и дозы внесения удобрения на урожай яровой пшеницы в условиях Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного университета. 2018. № 9 (167). С. 10–22.
3. Сравнительная оценка минеральных удобрений в условиях производства Алтайского края / В. И. Беляев, Д. В. Дубинин, С. А. Иванов, В. Н. Кузнецов // Вестник Алтайского государственного университета. 2020. № 2 (184). С. 5–12.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Альянс, 2011. 352 с.
5. Монтгомери Д. К. Планирование эксперимента и анализ данных. Л. : Судостроение, 1980. 382 с.

References

1. Belyaev V. I., Volnov V. V. Osnovnye elementy resursosberegayushchikh tekhnologii vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v Altaiskom krae [The main elements of resource-saving technologies for the cultivation of grain crops in the Altai krai]. *Vestnik Altajskoj nauki. – Bulletin of Altai Science*, 2012; 1: 6–10 (in Russ.).
2. Belyaev V. I., Sokolova L. V. Vliyanie normy vyseva semyan i dozy vneseniya udobreniya na urozhai yarovoï pshenitsy v usloviyakh Altaiskogo Priob'ya [Influence of the seeding rate and the dose of fertilizer application on the yield of spring wheat in the conditions of the Altai Ob region]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. – Bulletin of the Altai State University*, 2018; 9 (167): 10–22 (in Russ.).
3. Belyaev V. I., Dubinin D. V., Ivanov S. A., Kuznetsov V. N. Sravnitel'naya otsenka mineral'nykh udobrenii v usloviyakh proizvodstva Altaiskogo kraja [Comparative assessment of mineral fertilizers in the conditions of production in the Altai krai]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. – Bulletin of the Altai State University*, 2020; 2 (184): 5–12 (in Russ.).
4. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]*, Moskva, Al'yans, 2011, 352 p. (in Russ.).
5. Montgomery D. K. *Planirovanie eksperimenta i analiz dannykh [Experiment planning and data analysis]*, Leningrad, Sudostroenie, 1980, 382 p. (in Russ.).

© Беляев В. И., Буксман В. Э., Садов В. В., Смышляев А. А., Тур А. В., 2023

Статья поступила в редакцию 27.04.2023; одобрена после рецензирования 29.05.2023; принята к публикации 05.06.2023.

The article was submitted 27.04.2023; approved after reviewing 29.05.2023; accepted for publication 05.06.2023.

Информация об авторах

Беляев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет, prof-belyaev@ya.ru;

Буксман Виктор Эммануилович, доктор технических наук, почетный профессор Кубанского государственного аграрного университета, Amazonen Werken, Германия, Dr.Viktor.Buxmann@amazon.de;

Садов Виктор Викторович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Алтайский государственный аграрный университет, sadov.80@mail.ru;

Смышляев Андрей Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, механики и инженерной графики, Алтайский государственный аграрный университет, an_smish_asau@mail.ru;

Тур Андрей Викторович, региональный представитель группы сельскохозяйственных машиностроительных заводов Amazonen-Werken по Сибири и Дальнему Востоку, turandrej@mail.ru

Information about authors

Vladimir I. Belyaev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Agricultural Machinery and Technology, Altai State Agricultural University, prof-belyaev@ya.ru;

Viktor E. Buxsman, Doctor of Technical Sciences, Honorary Professor of Kuban State Agrarian University, Amazonen Werken, Germany, Viktor.Buxmann@amazon.de;

Viktor V. Sadov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mechanization of Production and Processing of Agricultural Products, Altai State Agricultural University, sadov.80@mail.ru;

Andrei A. Smyshlyaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematics, Mechanics and Engineering Graphics, Altai State Agricultural University, an_smish_asau@mail.ru;

Andrei V. Tur, Regional Representative of the Amazonen-Werken group of Agricultural Machine-building Plants in Siberia and the Far East, tur_andrej@mail.ru

Научная статья

УДК 634.7+577

EDN XVZRMU

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_13

Биологические особенности и химический состав ягод сортов и гибридов жимолости селекции Дальневосточного ГАУ**Александр Викторович Зарицкий¹, Антонина Павловна Пакусина²,
Татьяна Павловна Платонова³**^{1,2} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

³ Амурский государственный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия¹ zaritskii_al@mail.ru, ² pakusina.a@yandex.ru, ³ platonova.t00@mail.ru

Аннотация. В настоящее время большой популярностью в садах Приамурья пользуется жимолость. В Дальневосточном государственном аграрном университете активно ведется селекционная работа по созданию сортов жимолости с высоким содержанием биологически активных веществ. В работе приведены данные по изучению химического состава ягод жимолости 4 сортов и 7 перспективных гибридов. Наиболее крупная ягода была у гибрида 4/3 (Сливовая) и 29/5 (Банановая), масса 100 ягод которых составила 95,2 и 128,9 г соответственно. Наибольшей продуктивностью отличались гибриды Ф-12 и Ф-13. Наибольшее содержание сахаров отмечено у гибридов 29/5 (Банановая), Ф-13, Ф-14 и Ф-15, его уровень составил 13–13,7 %. Титруемая кислотность в пересчете на яблочную кислоту среди перспективных гибридов жимолости варьировала от 0,56 % (Ф 14) до 1,56 % (Ф-17). Перспективные гибриды 29/5 (Банановая) и Ф-12 имели более высокое содержание аскорбиновой кислоты (76,7 мг/100 г) по сравнению с другими гибридами. Жимолость является источником флавоноидов, строение которых идентифицировано методом ИК-спектроскопии. ИК-спектры флавоноидов ягод гибридов Ф-13, Ф-15, 29/5 (Банановая) и сортов Подарок Амурчанам, Степановская 1 схожи с ИК-спектром кверцетина.

Ключевые слова: жимолость, кислотность, аскорбиновая кислота, флавоноиды, ягода

Для цитирования: Зарицкий А. В., Пакусина А. П., Платонова Т. П. Биологические особенности и химический состав ягод сортов и гибридов жимолости селекции Дальневосточного ГАУ // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 13–21. doi: 10.22450/19996837_2023_2_13.

Original article

Biological characteristics and chemical composition of berries of honeysuckle varieties and hybrids bred by the Far Eastern State Agrarian University**Alexander V. Zaritsky¹, Antonina P. Pakusina²,
Tatiana P. Platonova³**^{1,2} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia³ Amur State University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia¹ zaritskii_al@mail.ru, ² pakusina.a@yandex.ru, ³ platonova.t00@mail.ru

Abstract. Currently, honeysuckle is very popular in the gardens of the Amur region. Breeding work to create varieties of honeysuckle with a high content of biologically active substances is actively underway in the Far Eastern State Agrarian University. The paper presents data on the

study of the chemical composition of honeysuckle berries of 4 varieties and 7 prospective hybrids. The largest berry was a hybrid of 4/3 (Slivovaya) and 29/5 (Bananovaya), the weight of 100 berries was 95.2 g and 128.9 g, respectively. The F-12 and F-13 hybrids were the most productive. The highest sugar content was observed in hybrids 29/5 (Bananovaya), F-13, F-14 and F-15 and was at the level of 13–13.7 %. Titrated acidity in terms of malic acid among the selective hybrids of honeysuckle varied from 0.56 % (F 14) to 1.56 % (F-17). Prospective hybrids 29/5 (Bananovaya) and F-12 had a higher ascorbic acid content (76.7 mg/100 g) compared to other hybrids. Honeysuckle is a source of flavonoids, the structure of which has been identified by IR spectroscopy. IR spectra of flavonoids of berries of hybrids F-13, F-15, 29/5 (Bananovaya) and varieties Podarok Amurchanam, Stepanovskaya 1 are similar to the IR spectrum of quercetin.

Keywords: honeysuckle, acidity, ascorbic acid, flavonoids, berry

For citation: Zaritsky A. V., Pakusina A. P., Platonova T. P. Biologicheskie osobennosti i khimicheskii sostav yagod sortov i gibridov zhimolosti selektsii Dal'nevostochnogo GAU [Biological characteristics and chemical composition of berries of honeysuckle varieties and hybrids bred by the Far Eastern State Agrarian University]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 13–21 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_13.

Введение. Ягоды жимолости содержат флавоноиды, терпеноиды, витамины, микроэлементы, органические кислоты [1]. В настоящее время активно ведется селекционная работа по созданию сортов жимолости с высоким уровнем макро- и микронутриентов, а также биологически активных веществ [2].

Работа по селекции жимолости в Дальневосточном государственном аграрном университете ведется с 1994 г. Основная заслуга в выведении сортов жимолости для Амурской области принадлежит кандидату сельскохозяйственных наук Н. Н. Степановой (1952–2017). Ею были получены первые четыре сорта жимолости, пригодные для выращивания в условиях Амурской области: Степановская-1, Подарок амурчанам, Некрасовка, Дар ДальГАУ. Данные сорта были включены в государственный реестр селекционных достижений в 2015–2017 гг., отличаются высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и, в целом, лучше приспособлены для выращивания в условиях Амурской области, чем другие (инорайонные) сорта. Все выведенные сорта не различаются по срокам созревания. Массовый сбор приходится на 15–20 июня и завершается до 1 июля, когда на кустах остаются лишь единичные плоды.

Данные сорта имели некрупные ягоды, масса которых не превышала 1,0 г. Содержание сахаров в ягоде данных сортов колебалось в пределах 6,9–7,9 %, кислотность в пересчете на яблочную 1,0–2,4 %.

Наибольшим содержанием витамина С обладали сорта Некрасовка (83,1 мг/%) и Подарок амурчанам (81,7 мг/%) [3]. Содержание аскорбиновой кислоты у амурских сортов среднее [4].

Селекционная работа, проводимая Н. Н. Степановой, позволила также получить значительный гибридный фонд жимолости. В настоящее время продолжается селекционная работа по созданию более крупноплодных сортов этой культуры, удобных для сбора, привлекательных для потребителя, отличающихся высокими вкусовыми качествами и богатым содержанием биологически активных веществ. В селекционной работе отбор сеянцев жимолости по крупноплодности, дегустационной оценке и зимостойкости может привести к снижению содержания биологически активных веществ [5]. Содержание в ягодных культурах, например, аскорбиновой кислоты является селекционным критерием [6]. Поэтому изучение биохимических показателей плодов и ягод является актуальной задачей.

Целью данной работы явилось исследование биологических особенностей и химического состава ягод сортов и гибридов жимолости селекции Дальневосточного государственного аграрного университета.

Условия и методы исследования. Объектами исследования являются ягоды сортов и гибридов жимолости селекции Дальневосточного ГАУ, а также инорайонных сортов – Бакчарский великан (се-

лекции ОГУП «Бакчарское»), Огненный опал (селекции НИИ садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко).

Исследуемые сорта и гибриды выращиваются в условиях опытно-селекционного сада Дальневосточного ГАУ, расположенного в с. Грибское Благовещенского района Амурской области на лугово-черноземовидной почве. Схема посадки 5×2; почва в междурядьях содержится под многолетним залужением, в рядах – мульчирование черным нетканым материалом (рис. 1). Уход за насаждениями заключался в регулярном скашивании травы в междурядьях.

При проведении исследований пользовались методикой селекции (1995) и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999), разработанными ВНИИ селекции плодовых культур под руководством Е. Н. Седова [7, 8].

Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах жимолости определяли йодатометрическим методом по Б. П. Плешкову, массовую долю титруемых кислот – кислотно-основным титрованием водной вытяжки раствором гидроксида натрия при использовании тимолфталейна с пересчетом на яблочную кислоту. Сахара определяли рефрактометрическим методом. Флавоноиды экстрагировали этанолом.

ИК-спектры флавоноидов жимолости выполняли на ИК Фурье – спектрометре ФСМ 2201 в виде смеси в таблетках с бромидом калия в области длин волн от 400 до 4 000 см⁻¹.

Условия выращивания характеризовались высокими среднесуточными температурами воздуха в вегетационный период: в мае 14,3 °С при норме 15,4 °С, в июне 22,2 °С, что выше нормы на 2,8 °С и в июле 25,2 °С, что выше нормы на 3 °С. Количество осадков в мае составило 66,4 мм при норме 54,8 мм, в июне и июле 84,5 и 90,9 мм, что меньше нормы при средних многолетних значениях 106,6 и 141,2 мм в июне и июле соответственно [9].

Результаты исследования и их обсуждение. Оценка отборных форм жимолости по крупноплодности позволила выделить лишь два гибрида, отличающихся достаточно крупной ягодой. Это гибриды 4/3 и 29/5, масса ягод которых составляла 0,95–1,3 г и 1,28–1,4 г соответственно (рис. 2). При этом по крупности плодов данные гибриды превосходят Огненный опал, но уступают сорту Бакчарский великан.

Масса 100 ягод составила от 52,1 г (гибрид Ф 12) до 128,9 г (гибрид 29/5). Наибольшее значение массы 10 крупных ягод среди гибридов было определено у гибридов 29/5 и 4/3 (табл. 1).



Рисунок 1 – Опытно селекционный сад жимолости Дальневосточного ГАУ, с. Грибское Благовещенского района (2022 г.)

Figure 1 – Experimental breeding garden of honeysuckle of the Far Eastern State Agrarian University, Gribskoye, Blagoveshchensk district (2022)



Рисунок 2 – Отборные формы жимолости 4/3 (слева) и 29/5 (справа)
 Figure 2 – Selected honeysuckle forms 4/3 (left) и 29/5 (right)

Таблица 1 – Показатели качества ягод жимолости (24 июля 2022 г.)
 Table 1 – Quality indicators of honeysuckle berries (July 24 2022)

Сорт, гибрид	Масса 100 ягод, г	Масса 10 крупных ягод, г	Величина ягод, балл	Вкус, балл	Характер вкуса
Бакчарский великан	180,0	19,6	5,0	4,8	кисло-сладкий
Огненный опал	75,7	9,5	3,0	5,0	сладкий
Степановская-1	72,0	10,0	3,0	3,5	сладко-кислый, горчит
Подарок амурчанам	42,0	6,0	2,0	3,0	сладко-кислый
Среднее значение	92,4±8,64	11,3±3,84	3,3±1,78	4,1±1,57	–
Коэффициент вариации, %	65,2	51,8	38,7	24,0	–
4/3 (Сливовая)	95,2	13,1	4,0	3,0	кислый
29/5 (Банановая)	128,9	14,7	5,0	4,0	кисло-сладкий
Ф-12	52,1	7,5	2,0	3,5	пресный
Ф-13	65,1	9,2	3,0	3,0	сладко-горький
Ф-14	63,5	8,7	3,5	4,0	кисло-сладкий, горчит
Ф-15	69,1	8,3	3,5	4,0	кисло-сладкий
Ф-17	70,8	8,8	3,0	4,0	пресно-кислый
Среднее значение	77,8±4,72	10,0±1,53	3,4±0,92	3,6±0,64	–
Коэффициент вариации, %	33,4	27,1	29,2	13,1	–

Преимущество гибрида 29/5 (Банановая) заключается в том, что он лучше выдерживает зимние условия и превосходит по зимостойкости Бакчарский великан, что неоднократно подтверждалось исследованиями Н. Н. Степановой, в опытном саду которой Бакчарский великан неоднократно вымерзал в период 2012–2017 гг. [4].

Важным показателем, позволяющим снизить зависимость урожайности от складывающихся погодных условий, является степень самоплодности сорта. Жимолость не относится к самоплодным культурам. Однако, получение таких сортов может иметь большое значение, так как в условиях Амурской области не являются редкостью обильные продолжительные осадки в период цветения, что препятствует лету пчел.

Изучение показателей самоплодности важно при определении потенциала продуктивности сорта и его нуждаемости в сортах-опылителях. Наши исследования показали, что все изучаемые отборные формы нуждаются в перекрестном опылении (табл. 2). Лишь гибрид 29/5 в одном случае имел небольшую способность завязывать ягоды от самоопыления. Продуктивность составила примерно 50 процентов от свободного опыления.

В целом, наибольшей продуктивностью отличались гибриды Ф-12 и Ф-13. Гибриды 29/5 и 4/3 имели невысокую продуктивность, но отличались более крупными плодами.

Перспективные гибриды 29/5 (Банановая) и Ф 12 имели более высокое содержание аскорбиновой кислоты по сравнению с другими гибридами (табл. 3). В целом же все сорта и гибриды жимолости селекции Дальневосточного ГАУ уступали по этому показателю сорту Бакчарский великан. Среднее значение аскорбиновой кислоты в плодах гибридов жимолости составило $62,5 \pm 3,05$ мг/100 г. Близкими к нашим показателям оказались исследования 14 сортов жимолости в условиях Сахалина, в которых указано, что содержание витамина С колебалось в пределах от 59 до 82 мг/% [10].

Наибольшее содержание сахаров отмечено у гибридов 29/5 (Банановая), Ф-13, Ф-14 и Ф-15 и составило на уровне 13–13,7 % (табл. 3). Титруемая кислотность в пересчете на яблочную кислоту среди перспективных гибридов жимолости варьировала от 0,56 % (Ф 14) до 1,56 % (Ф 17).

Ягоды жимолости обладают лечебными свойствами, особенно антиоксидантным эффектом [11] и противодиабетическим потенциалом [12], в связи с тем,

Таблица 2 – Показатели продуктивности отборных форм жимолости в опытном саду лаборатории

Table 2 – Productivity indicators of honeysuckle selected forms in the experimental garden of the laboratory

Сорт, гибрид	Урожай ягод под изоляторами, кг с куста			Продуктивность при свободном опылении, кг с куста
	1	2	3	
Ф-13	единичные плоды	единичные плоды	единичные плоды	0,96
Ф-12	единичные плоды	единичные плоды	единичные плоды	1,5
29/5 (Банановая)	0,22	0	0	0,5
4/3 (Сливовая)	0	0	0	0,3
Ф-15	единичные плоды	единичные плоды	единичные плоды	0,5
Ф-17	единичные плоды	единичные плоды	единичные плоды	0,3

Таблица 3 – Биохимический состав плодов жимолости (2022 г.)

Table 3 – Biochemical composition of honeysuckle berries (2022)

Сорт, гибрид	Витамин С, мг/100г	Содержание сахаров, %	Титруемая кислотность, % (в пересчете на яблочную кислоту)
3-5 (Степановская-1)	52,85	11,8	0,80
2-11-А (Подарок амурчанам)	44,60	9,8	1,27
Бакчарский великан	70,40	11,5	0,70
Огненный опал	53,34	12,5	1,21
Среднее значение	55,3±5,24	11,4±1,70	1,0±0,27
Коэффициент вариации, %	19,6	10,1	28,8
4/3 (Сливовая)	62,54	9,5	1,41
29/5 (Банановая)	71,08	13	0,75
Ф-12	76,74	12	0,70
Ф-13	43,30	13,7	0,68
Ф-14	62,80	13	0,56
Ф-15	65,54	13	0,80
Ф-17	55,26	12,5	1,56
Среднее значение	62,5±3,05	12,4±1,08	0,9±0,24
Коэффициент вариации, %	17,4	11,1	42,6

что в плодах ягоды содержатся антоцианы, флавоноиды, гидроксикоричные кислоты и другие биологически активные вещества [13]. Жимолость лидирует по суммарному содержанию таких фенольных соединений, как гидроксикоричные кислоты и флавоноиды.

В ИК-спектре флавоноидов в ягодах гибридов Ф 13, Ф 15, 29/5 (Банановая) и сортов Подарок Амурчанам, Степановская 1 наблюдается интенсивная полоса поглощения в области $1\ 736\text{--}1\ 734\ \text{см}^{-1}$, соответствующая валентным колебаниям карбонильной группы С=О. Валентные колебания алкильных групп С-Н как результат антисимметричного валентного колебания в области поглощения $2\ 928\text{--}2\ 922\ \text{см}^{-1}$ и обусловлены валентными колебаниями $2\ 872\text{--}2\ 851\ \text{см}^{-1}$.

Деформационные колебания групп С-Н симметричные проявлялись полосами поглощения в области $1\ 375\text{--}1\ 360\ \text{см}^{-1}$, антисимметричные находятся в области $1\ 450\text{--}1\ 381\ \text{см}^{-1}$. В интервале $1\ 140\text{--}1\ 020\ \text{см}^{-1}$ на-

ходился ряд полос, принадлежащих валентным колебаниям связи С-О-С.

Присутствие связи С-С в ароматических кольцах подтверждалось наличием полос поглощения $1\ 605\text{--}1\ 493\ \text{см}^{-1}$. Полоса поглощения средней интенсивности в области $1\ 262\text{--}1\ 207\ \text{см}^{-1}$ соответствовала валентным колебаниям С-О.

Валентные колебания ароматических групп С-Н проявлялись полосой поглощения в области $3\ 030\text{--}3\ 008\ \text{см}^{-1}$, а деформационные колебания – полосами в области $877\text{--}735\ \text{см}^{-1}$. ИК-спектры флавоноидов ягод жимолости схожи с ИК-спектром кверцетина (табл. 4)

Полученные результаты указывают на перспективность жимолости как ягодной культуры с высоким содержанием биологически активных веществ. Селекционная работа должна быть направлена на получение сортов и гибридов жимолости с высоким содержанием флавоноидов.

Заключение. На основании изучения биохимических показателей ягод сортов

Таблица 4 – ИК спектры флавоноидов в плодах жимолости, см⁻¹
Table 4 – IR spectra of flavonoids in honeysuckle berries, cm⁻¹

Функциональная группа	Характеристические частоты поглощения	ИК-спектр кверцетина	ИК-спектр по объектам исследования				
			Подарок амурчанам	Степановская 1	Ф 13	Ф 15	29/5 (Банановая)
$[\delta_s(\text{C-H})_{\text{Ar}}]$	900–650	993, 812, 773	650	836	877, 749, 735	837, 790	837
$[\nu_{s, \text{as}}(\text{C-O-C})]$	1 170–1 020	1 163, 1 118, 1 078, 1 020	1 140, 1 076, 1 037	1 162, 1 137, 1 065	1 137, 1 078, 1 032	1 137, 1 065, 1 051	1 137, 1 020
$[\nu(\text{C-OH})_{\text{Ar}}]$	1 275–1 150	1 265	1 236	1 262	1 211	1 217	1 207
$[\delta_{s, \text{as}}(\text{C-H})]$	1 450–1 365	1 450, 1 361	1 450, 1 375	1 448, 1 361	1 400, 1 360	1 448, 1 361	1 381, 1 360
$[\nu(\text{C-C})_{\text{Ar}}]$	1 605–1 461	1 605, 1 497, 1 469	1 546, 1 493	1 560, 1 545	1 518, 1 491	1 568, 1 487	1 582, 1 505, 1 486
$[\nu(\text{C=O})_{\text{Ar}}]$	1 775–1 650	1 730	1 736	1 734	1 736	1 734	1 736
$[\nu_{s, \text{as}}(\text{C-H})]$	3 000–2 828	2 930, 2 872	2 922, 2 872	2 928, 2 856	2 926, 2 853	2 922, 2 851	2 926, 2 860
$[\nu(\text{C-H})_{\text{Ar}}]$	3 100–3 000	3 017	3 045, 3 028	3 030	3 028	3 008	3 023

и гибридов жимолости селекции Дальневосточного ГАУ можно отметить, что жимолость обладает богатым химическим составом. Выявлена сильная вариация по кислотности ягод жимолости и

средняя вариация по содержанию сахаров и витамина С. Ягоды жимолости являются источником флавоноидов, строение которых идентифицировано методом ИК-спектроскопии.

Список источников

1. Акимов М. Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4. С. 244–254.
2. Гусева Н. К., Васильева Н. А. Хозяйственно-биологическая оценка нового сорта смородины черной Академическая // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3 (68). С. 13–19.
3. Степанова Н. Н. Вкусовые качества и химический состав ягод новых сортов жимолости Амурской селекции // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 4. С. 27–29.
4. Степанова Н. Н. Влияние погодных условий осеннего периода на зимостойкость сортов и гибридов жимолости в условиях Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов : материалы VI междунар. форума. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. С. 218–226.
5. Боярских И. Г., Сысо А. И., Сиромля Т. И. Изменчивость содержания химических элементов и биологически активных полифенолов в органах *Lonicera caerulea subsp. altaica* (Caprifoliaceae) в высотном градиенте // Сибирский экологический журнал. 2019. № 6. С. 727–741.

6. Зарицкий А. В., Пакулина А. П. Содержание аскорбиновой кислоты в черной смородине как критерий в селекционном отборе / Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1 (57). С. 13–21.
7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова. Орел : Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1995. 502 с.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехо-плодных культур / под ред. Е. Н. Седова. Орел : Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур, 1999. 608 с.
9. Погода и климат : [сайт]. URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=31510> (дата обращения: 10.04.2023).
10. Ефанов В. Н., Митусова Е. В. Урожайность, хозяйственно-ценные показатели и химический состав жимолости голубой в условиях муссонного климата Сахалина // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2021. № 56. С. 64–73.
11. Коробкова Т. С., Сабарайкина С. М. Антиоксидантная активность плодов *Lonicera L.* в условиях центральной Якутии // Ресурсы Арктики и Субарктики. 2020. Т. 25. № 4. С. 92–99.
12. De Silva A. B. K., Rupasinghe H. P. V. Polyphenols composition and antidiabetic properties in vitro of haskap (*Lonicera caerulea L.*) berries in relation to cultivar and harvesting date // Journal of Food Composition and Analysis. 2020. Vol. 88. P. 103402.
13. Боярских И. Г. Изменчивость индивидуально-группового состава полифенолов плодов и листьев образцов голубых жимолостей разного эколого-географического происхождения в условиях лесостепи Приобья // Химия растительного сырья. 2021. №2. С. 145–154.

References

1. Akimov M. Yu. Novyye selektsionno-tekhnologicheskiye kriterii otsenki plodovoy i yagodnoy produktsii dlya industrii zdorovogo i diyeticheskogo pitaniya [New selection and technological criteria for evaluating fruit and berry products for the industry of healthy and dietary nutrition]. *Voprosy pitaniya. – Nutrition issues*, 2020; 89 (4): 244–254. (in Russ.).
2. Guseva N. K., Vasileva N. A. Khozyaistvenno-biologicheskaya otsenka novogo sorta smorodiny chernoi Akademicheskaya [Economic and biological evaluation of a new variety of black currant Akademicheskaya]. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy*, 2022; 3 (68): 13–19 (in Russ.).
3. Stepanova N. N. Vkusovyye kachestva i khimicheskiy sostav yagod novykh sortov zhimolosti Amurskoy selektsii [Taste qualities and chemical composition of berries of new varieties of honeysuckle of the Amur selection]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*, 2014; 4: 27–29 (in Russ.).
4. Stepanova N. N. Vliyaniye pogodnykh usloviy osennego perioda na zimostoykost' sortov i gibridov zhimolosti v usloviyakh Amurskoy oblasti [Influence of weather conditions of the autumn period on the winter hardiness of varieties and hybrids of honeysuckle in the conditions of the Amur Region]. *Proceedings from Protection and rational use of forest resources: VI Mezhdunarodnyj forum – VI International Forum*. (PP. 218–226), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2013 (in Russ.).
5. Boyarskikh I. G., Syso A. I., Siromlya T. I. Izmenchivost' soderzhaniya khimicheskikh elementov i biologicheski aktivnykh polifenolov v organakh *Lonicera caerulea subsp. altaica* (Caprifoliaceae) v vysotnom gradiyente [Variability in the content of chemical elements and biologically active polyphenols in the organs of *Lonicera caerulea subsp. altaica* (Caprifoliaceae) in altitudinal gradient]. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal. – Siberian Ecological Journal*, 2019; 6: 727–741 (in Russ.).
6. Zaritsky A. V., Pakulina A. P. Soderzhaniye askorbinovoy kisloty v chornoy smorodine kak kriteriy v selektsionnom otbore [The content of ascorbic acid in black currant as a criterion in breeding selection]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2021; 1 (57): 13–21 (in Russ.).
7. Sedov E. N. (Eds.) *Programma i metodika selektsii plodovykh, yagodnykh i orekhoploдных kul'tur [Program and methodology of selection of fruit, berry and nut crops]*, Orel, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut selektsii plodovykh kul'tur, 1995, 502 p. (in Russ.).

8. Sedov E. N. (Eds.) *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekho-plodnykh kul'tur* [Program and methods of variety study of fruit, berry and nut-fruit crops], Orel, Vserossiiskij nauchno-issledovatel'skij institut selekcii plodovykh kul'tur, 1999, 608 p. (in Russ.).

9. Pogoda i klimat [Weather and climate]. *Pogodaiklimat.ru* Retrieved from <https://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=31510> (Accessed 10 April 2023) (in Russ.).

10. Efanov V. N., Mitusova E. V. Urozhainost', khozyaistvenno-tsennye pokazateli i khimicheskii sostav zhimolosti goluboi v usloviyakh mussonnogo klimata Sakhalina [Yield, economically valuable indicators and chemical composition of blue honeysuckle under conditions of Sakhalin trade-wind littoral climate]. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – Bulletin of the Kamchatka State Technical University*, 2021; 56: 64–73 (in Russ.).

11. Korobkova T. S., Sabaraikina S. M. Antioksidantnaya aktivnost' plodov *Lonicera* L. v usloviyakh tsentral'noi Yakutii [Antioxidant activity of the berries of *Lonicera* L. under the conditions of Central Yakutia]. *Resursy Arktiki i Subarktiki. – Arctic and Subarctic Natural Resources*, 2020; 25 (4): 92–99 (in Russ.).

12. De Silva A. B. K., Rupasinghe H. P. V. Polyphenols composition and antidiabetic properties in vitro of haskap (*Lonicera caerulea* L.) berries in relation to cultivar and harvesting date. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2020; 88: 103402.

13. Boyarskikh I. G. Izmenchivost' individual'no-gruppovogo sostava polifenolov plodov i list'ev obraztsov golubykh zhimolostey raznogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyakh lesostepi Priob'ya [Variability of the individual-group composition of polyphenols in the fruits and leaves of blue honeysuckle samples of different ecological and geographical origin in the conditions in the Ob forest-steppe]. *Himiya rastitel'nogo syr'ya. – Chemistry of Vegetable Raw Materials*, 2021; 2: 145–154 (in Russ.).

© Зарицкий А. В., Пакурина А. П., Платонова Т. П., 2023

Статья поступила в редакцию 26.04.2023; одобрена после рецензирования 24.05.2023; принята к публикации 31.05.2023

The article was submitted 26.04.2023; approved after reviewing 24.05.2023; accepted for publication 31.05.2023

Информация об авторах

Зарицкий Александр Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесного дела и ландшафтной архитектуры, Дальневосточный государственный аграрный университет, zaritskii_al@mail.ru;

Пакурина Антонина Павловна, доктор химических наук, профессор кафедры экологии, почвоведения и агрохимии, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0001-5547-3444, pakusina.a@yandex.ru;

Платонова Татьяна Павловна, кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии, Амурский государственный университет, ORCID 0000-0002-9056-6846, platonova.t00@mail.ru

Information about authors

Alexander V. Zaritsky, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forestry and Landscape Architecture, Far Eastern State Agrarian University, zaritskii_al@mail.ru;

Antonina P. Pakusina, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Ecology, Soil Science and Agrochemistry, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0001-5547-3444, pakusina.a@yandex.ru;

Tatiana P. Platonova, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Chemical Technology, Amur State University, ORCID 0000-0002-9056-6846, platonova.t00@mail.ru

Научная статья

УДК 634.13:631.535:631.811.98

EDN ZDUURV

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_22

Воздействие стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) при выращивании одревесневших черенков сортов и форм груши

Илона Валериевна Зацепина

Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина

Тамбовская область, Мичуринск, Россия, ilona.valerevna@mail.ru

Аннотация. По результатам проведенных исследований установлено, что при использовании стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) (50 мг/л) наибольшим результатом укоренения обладали сорта груши Феерия (77,8 %), Светлянка (контроль) (70,1 %). Без использования стимулятора роста растений наибольшей укореняемостью характеризовались сорта груши Феерия (65,3 %), Светлянка (60,8 %). Наибольшей высотой приростов с использованием исследуемого стимулятора роста растений характеризовались сорта груши Северянка краснощекая (16,0 см), Светлянка (16,7 см). При этом наибольшим количеством корней обладали сорта груши Светлянка и Северянка краснощекая; данный показатель составлял от 5,3 до 5,9 шт. соответственно. Наилучшим результатом диаметра условной корневой шейки при использовании стимулятора роста растений обладали сорта груши Светлянка и Северянка краснощекая; данный показатель составлял 1,3 см. Без использования стимулятора роста наибольшей высотой растений характеризовались сорта груши Северянка краснощекая и Светлянка – 15,0 и 15,5 см соответственно. Наибольшей длиной корней без применения стимулятора роста растений обладали сорта груши Северянка краснощекая, Светлянка – 11,0 и 11,1 см соответственно. Без обработки стимулятором роста растений наибольшим количеством корней обладали сорта груши Светлянка и Северянка краснощекая – 4,5 и 4,1 шт. соответственно. Наибольшим диаметром условной корневой шейки, составившим 1,1 см, обладали сорта груши Светлянка, Северянка краснощекая.

Ключевые слова: сорта, формы, одревесневшие черенки, стимулятор роста растений

Для цитирования: Зацепина И. В. Воздействие стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) при выращивании одревесневших черенков сортов и форм груши // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 22–30. doi: 10.22450/19996837_2023_2_22.

Original article

The effect of the plant growth stimulator β -indolyl-3-butyric acid (IBA) in the cultivation of ligneous cuttings of pear varieties and forms

Iona V. Zatsepina

I. V. Michurin Federal Scientific Center, Tambov region, Michurinsk, Russia

ilona.valerevna@mail.ru

Abstract. According to the results of the conducted studies, it was found that when using the plant growth stimulator β -indolyl-3-butyric acid (IBA) (50 mg/l), the pear varieties Feeria and Svetlyanka (control) had the highest rooting result 77.8 and 70.1 %. Without the use of a plant growth stimulator, the most rooting ability was characterized by the varieties of pears Feeria and

Svetlyanka – 65.3 and 60.8 % respectively. As a result of the conducted studies, it was found that the highest growth height using the plant growth stimulator was characterized by the varieties of pear Severyanka krasnoshhekaya and Svetlyanka – 16.0 and 16.7 cm respectively. When using a plant growth stimulator, the pear varieties Svetlyanka and Severyanka krasnoshhekaya had the largest number of roots, this indicator varied between 5.3 pcs. and 5.9 pcs. The best result of the diameter of the conditional root neck when using a plant growth stimulator was obtained by the pear varieties Svetlyanka and Severyanka krasnoschekaya, this indicator was 1.3 cm. Without the use of a plant growth stimulator, the highest plant height was characterized by the pear varieties Severyanka krasnoschekaya and Svetlyanka, this indicator was 15.0 and 15.5 cm respectively. The largest root length without the use of a plant growth stimulator was possessed by the pear varieties Severyanka krasnoschekaya and Svetlyanka, this indicator was 11.0 and 11.1 cm respectively. Without treatment with a plant growth stimulant, the pear varieties Svetlyanka and Severyanka krasnoschekaya had the largest number of roots, 4.5 and 4.1 pcs respectively. The largest diameter of the conditional root neck of 1.1 cm was possessed by pear varieties Svetlyanka and Severyanka krasnoschekaya.

Keywords: varieties, forms, lignified cuttings, plant growth stimulator

For citation: Zatsepina I. V. Vozdejstvie stimulyatora rosta rastenij β -indolil-3-masljanoy kisloty (IMK) pri vyrashhivanii odrevesnevshih cherenkov sortov i form grushi [The effect of the plant growth stimulator β -indolyl-3-butyric acid (IBA) in the cultivation of ligneous cuttings of pear varieties and forms]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 22–30 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_22.

Введение. Среди выращиваемых в стране семечковых пород груша занимает второе место, уступая только яблоне. Эта культура обладает целым рядом положительных качеств. Для нее характерны отсутствие резко выраженной периодичности плодоношения, свойственной яблоне; достаточно высокая скороплодность (вступает в плодоношение на 3–4 год после посадки); высокая адаптивность. В плодах груши содержится много кислот, сахаров, дубильных веществ; ее можно использовать для переработки [1].

Культура груши предъявляет повышенные требования к условиям выращивания. В последние годы, связанные с неблагоприятными погодными условиями, часто наблюдаются сильные повреждения и гибель деревьев как в производственных, так и в любительских садах.

Подвой оказывает значительное влияние на устойчивость плодовых деревьев к неблагоприятным факторам внешней среды. Основными подвоями для груши в средней полосе России остаются сеянцы груши лесной, груши уссурийской, культурных и полукультурных сортов. Недостатки семенных подвоев заключаются в получении неоднородного посадочного материала, сильном росте деревьев и других факторах [2].

По своим вкусовым и диетическим качествам плоды груши превосходят большинство плодовых и ягодных культур, произрастающих в средней полосе России. Груша, которая пользуется популярностью у многочисленного населения, не получила широкого промышленного распространения. Главным фактором, сдерживающим внедрение этой культуры, является недостаток товарных сортов с надежной адаптацией к нестабильным природным условиям региона [3].

Размножение одревесневшими черенками – очень простой метод размножения для легкоукореняющихся и трудноукореняющихся различных пород. С его помощью можно за 1–2 года получить стандартные саженцы. Процесс черенкования основан на формировании корневой системы на исходной вегетативной части растения [4].

Для того, чтобы добиться успехов в укоренении различных одревесневших черенков плодово-ягодных культур необходимо использовать различные стимуляторы роста растений [5, 6, 7].

Применение регуляторов роста растений и совершенствование технологии при производстве саженцев – одно из перспективных направлений повышения эффективности отрасли питомниководства.

В данное время в технологии черенкования большое значение придается подготовке черенков к укоренению, повышению коэффициента размножения, увеличению зимостойкости укорененных растений и сохранности при перезимовке [8].

Перед тем как обработать черенки стимулятором роста растений близким по технической сущности решением к предлагаемому изобретению является способ размножения груши зелеными черенками, при котором в качестве воздействия на маточные растения применяли выгонку [9].

К недостаткам этого известного способа относится невысокая отзывчивость черенков трудноукореняемых сортов груши на заготовку их с маточных растений, подвергавшихся частичной этиоляции выгонке и на обработку их перед посадкой. Укореняемость ряда перспективных сортов оставалась низкой и не превышала 30 %, продолжительность до образования корней на черенках была существенной и составляла 50–65 дней [10, 11].

Цель исследований состоит в том, чтобы с помощью стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты укоренить одревесневшие черенки сортов и форм груши.

Методика исследований. Многолетняя работа проводилась в Федеральном научном центре имени И. В. Мичурина.

В процессе работы выполнялись экспериментальные исследования по изучению укореняемости на сортах Светлянка (контроль), Северянка краснощекая, Скороспелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница, Яковлевская и формах – Кавказская, К-1, К-2, ОНФ 333, Piro II.

В нашей работе использовали стимулятор роста β -индолил-3-масляную кислоту (ИМК) (50 мг/л), с помощью которого одревесневшие черенки сортов и форм груши укоренялись. Укоренение черенков проводили в пленочных парниках с системой автоматизированного туманообразования.

Метод одревесневшего черенкования предусматривает выращивание полноценных саженцев из побегов текущего года (длина 12–15 см), взятых с материнского растения. Для изучения зависимости степени укореняемости одревеснев-

ших черенков от фаз вегетации маточных растений черенкование проводилось через каждые 5–7 дней, начиная с момента, когда с одного побега можно было взять по 1–2 черенка, до окончания роста побегов.

В экспериментах использовались маточные растения различного возраста: деревья 7–12 лет, кустарники 5–10 лет.

Размер черенка определялся длиной междоузлий: у сильнорослых побегов они нарезались с одним междоузлем, у слабых – с двумя-четырьмя. Нижние листья удалялись полностью, верхние укорачивались или оставлялись целыми. Срезы осуществлялись лезвием острой бритвы, так как при этом способе не допускалось сжатие живых клеток луба и повреждение коры. Побеги срезались в утренние часы. Учитывалось их местоположение на материнском растении и черенка на побеге. Для черенкования использовались боковые отрастающие побеги из средней части кроны.

Черенки высаживали во влажный субстрат под углом 45°. В качестве субстрата укоренения применяли смесь торфа и речного песка в соотношении 1:1. Схема посадки – 5×5 см. Опыты закладывались в трехкратной повторности – по 120 черенков в каждом повторении.

Изучение укореняемости одревесневших черенков проведено в теплице с пленочным покрытием, оснащенной туманообразующей установкой, по общепринятой методике Н. Н. Коваленко (2011) [12].

Результаты исследований и об- суждение. В результате проведенных исследований было установлено, что при использовании стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) (50 мг/л) наибольшим результатом укоренения обладали сорта груши Феерия (77,8 %), Светлянка (к) (70,1 %). Хорошей укореняемостью характеризовались сорта груши Северянка краснощекая, Скороспелка из Мичуринска, Февральский сувенир, Чудесница (данный показатель составлял от 60,8 до 65,8 %). Среднюю укореняемость (от 50,0 до 53,3 %) продемонстрировали сорт и формы груши Яковлевская, Кавказская, К-1. Формы груши К-2, ОНФ 333, Piro II укоренились от 43,3 до 49,3 % (рис. 1).

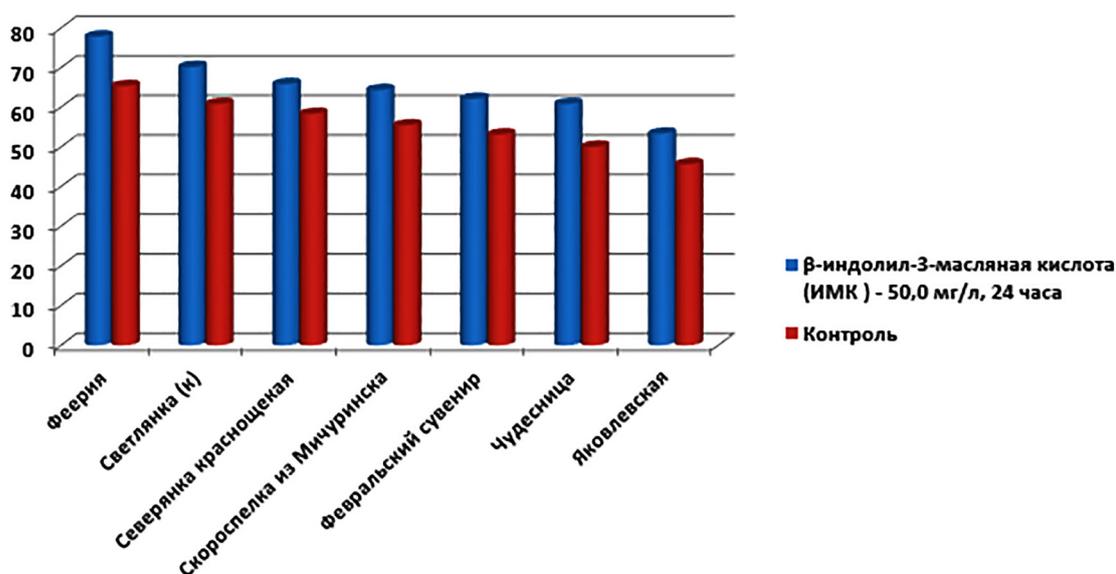


Рисунок 1 – Укоренение одревесневших черенков сортов груши с помощью и без использования стимулятора роста растений, %
Figure 1 – Rooting of lignified cuttings of pear varieties with and without the use of plant growth stimulator, %

Без использования стимулятора роста растений наибольшей укореняемостью характеризовались сорта груши Феерия (65,3 %), Светлянка (к) (60,8 %). Хорошо укоренились (от 50,0 до 58,3 %) сорта груши Чудесница, Февральский сувенир, Скороспелка из Мичуринска, Северянка краснощекая. Средней укореняемостью обладали сорт груши Яковлевская (45,6 %) и формы груши Кавказская и К-1 – 43,2 и 41,3 % соответственно. У форм груши К-2, ОНФ 333, Piro II укоренение было отмечено от 33,6 до 38,4 % (рис. 2).

После того как одревесневшие черенки сортов и форм груши укоренились, мы провели биометрическую оценку (табл. 1).

Установлено, что наибольшей высотой приростов с использованием исследуемого в работе стимулятора роста растений характеризовались сорта груши Северянка краснощекая (16,0 см), Светлянка (к) (16,7 см). Хорошую высоту растений (от 15,0 до 15,6 см) продемонстрировали сорта груши Чудесница, Февральский сувенир, Феерия, Скороспелка из Мичуринска. При этом средней высотой растений (от 14,1 до 14,5 см) обладали сорт и формы груши Яковлевская, Кавказская, К-1. У форм груши К-2, ОНФ

333, Piro II данный показатель составлял от 13,0 до 13,7 см (табл. 1).

Наибольшей длиной корней при обработке стимулятором роста растений обладали сорта груши Северянка краснощекая (12,1 см), Светлянка (к) (12,4 см). Хорошую длину корней (от 10,0 до 10,7 см) имели сорта груши Скороспелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница. Средней длиной корней обладали сорт груши Яковлевская (8,7 см) и формы Кавказская (8,5 см), К-1 (8,1 см). У форм груши К-2, ОНФ 333, Piro II длина корней составляла от 6,1 до 6,7 см соответственно (табл. 1).

При использовании стимулятора роста растений наибольшим количеством корней обладали сорта груши Светлянка и Северянка краснощекая (от 5,3 шт. до 5,9 шт.). Хорошее количество корней (от 4,1 до 4,8 шт.) продемонстрировали сорта груши Скороспелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница. Средним количеством корней характеризовались сорт и формы груши Яковлевская (3,8 шт.), Кавказская (3,5 шт.), К-1 (3,2 шт.). У форм груши К-2, ОНФ 333, Piro II количество корней составляло от 2,0 до 2,6 шт. (табл. 1).

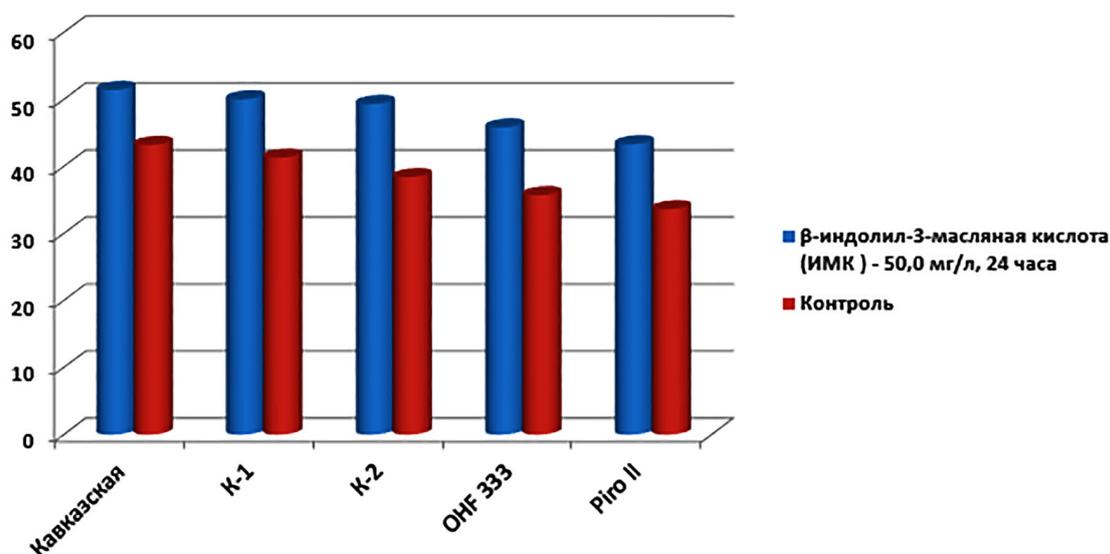


Рисунок 2 – Укоренение одревесневших черенков форм груши с помощью и без использования стимулятора роста растений, %

Figure 2 – Rooting of lignified cuttings of pear forms with and without the use of plant growth stimulator, %

Таблица 1 – Биометрические показатели черенков сортов и форм груши

Table 1 – Biometric indicators of cuttings of pear varieties and forms

Сорт, форма	Высота растений, см	Корни		Диаметр условной корневой шейки, см
		длина, см	число, шт.	
β-индолил-3-масляная кислота (ИМК) (50 мг/л)				
Светлянка (к)	16,7	12,4	5,9	1,3
Северянка краснощекая	16,0	12,1	5,3	1,3
Скороспелка из Мичуринска	15,6	10,7	4,8	1,2
Феерия	15,3	10,5	4,5	1,2
Февральский сувенир	15,2	10,3	4,2	1,2
Чудесница	15,0	10,0	4,1	1,2
Яковлевская	14,5	8,7	3,8	1,2
Кавказская	14,2	8,5	3,5	1,1
К-1	14,1	8,1	3,2	1,1
К-2	13,7	6,7	2,6	1,1
ОНФ 333	13,4	6,5	2,3	1,1
Piro II	13,0	6,1	2,0	1,1
НСР ₀₅	0,9	0,8	0,08	0,05
Контроль				
Светлянка (к)	15,5	11,1	4,5	1,1
Северянка краснощекая	15,0	11,0	4,1	1,1
Скороспелка из Мичуринска	14,4	9,6	3,5	0,9

Продолжение таблицы 1

Сорт, форма	Высота растений, см	Корни		Диаметр условной корневой шейки, см
		длина, см	число, шт.	
Феерия	14,2	9,4	3,5	0,9
Февральский сувенир	14,0	9,0	3,1	0,9
Чудесница	14,0	9,0	3,0	0,9
Яковлевская	13,8	7,3	2,5	0,9
Кавказская	13,5	7,1	2,3	0,7
К-1	13,3	7,1	2,1	0,7
К-2	12,4	5,4	1,7	0,7
ОНФ 333	12,1	5,2	1,6	0,7
Piго II	12,0	5,1	1,5	0,7
НСР ₀₅	0,7	0,5	0,04	0,03

Наилучшим результатом диаметра условной корневой шейки при использовании стимулятора роста растений обладали сорта груши Светлянка (к) и Северянка краснощекая (1,3 см). Хороший показатель (1,2 см) фиксировался у сортов груши Скоропелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница, Яковлевская. Диаметром условной корневой шейки до 1,1 см характеризовались формы груши Кавказская, ОНФ 333, К-1, К-2, Piго II (табл. 1).

Без использования стимулятора роста растений наибольшей высотой растений характеризовались сорта груши Северянка краснощекая и Светлянка (к) (15,0 и 15,5 см соответственно). Хорошую высоту приростов (от 14,0 до 14,4 см) имели сорта груши Скоропелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница. Средней высотой приростов обладали сорт и формы груши Яковлевская, Кавказская, К-1 – 13,8; 13,5; 13,3 см соответственно. У форм груши ОНФ 333, Piго II, К-2 наибольшая высота приростов составляла от 12,0 до 12,4 см (табл. 1).

Наибольшей длиной корней без применения стимулятора роста растений обладали сорта груши Северянка краснощекая, Светлянка (к) – 11,0 и 11,1 см соответственно. Хорошую длину корней (от 9,0 до 9,6 см) продемонстрировали сорта груши Скоропелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница. Средней длиной корней (от 7,1 до 7,3 см) обладали сорт и формы груши Яковлев-

ская, Кавказская, К-1. У форм груши К-2, ОНФ 333, Piго II длина корней составляла от 5,1 до 5,4 см (табл. 1).

Без обработки стимулятором роста растений наибольшим количеством корней обладали сорта груши Светлянка (к) и Северянка краснощекая – 4,5 и 4,1 шт. соответственно. Хорошим количеством корней характеризовались сорта груши Скоропелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница – от 3,0 до 3,5 шт. Среднее количество корней (от 2,1 до 2,5 шт.) имели сорт и формы груши Яковлевская, Кавказская, К-1. Формы К-2, ОНФ 333, Piго II продемонстрировали число корней от 1,5 до 1,7 шт. (табл. 1).

Наибольшим диаметром условной корневой шейки (1,1 см) обладали сорта груши Светлянка (к), Северянка краснощекая. Сорта груши Скоропелка из Мичуринска, Феерия, Февральский сувенир, Чудесница, Яковлевская имели хороший результат диаметра условной корневой шейки – 0,9 см. Средним диаметром условной корневой шейки (0,7 см) характеризовались формы груши Кавказская, К-1, К-2, ОНФ 333, Piго II (табл. 1).

Заключение. По результатам проведенных исследований было установлено, что при использовании стимулятора роста растений β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) (50 мг/л) наибольшим результатом укоренения обладали сорта груши Феерия (77,8 %), Светлянка (к) (70,1 %).

Без использования стимулятора роста растений наибольшей укореняемо-

стью характеризовались сорта груши Феерия (65,3 %), Светлянка (к) (60,8 %).

Наибольшей высотой приростов с использованием данного стимулятора роста растений характеризовались сорта груши Северянка краснощекая (16,0 см), Светлянка (к) (16,7 см). При использовании стимулятора роста растений наибольшим количеством корней обладали сорта груши Светлянка (к) и Северянка краснощекая – от 5,3 до 5,9 шт. соответственно.

Наилучшим результатом диаметра условной корневой шейки при использовании стимулятора роста растений обладали сорта груши Светлянка (к) и Северянка краснощекая – 1,3 см. Без использования стимулятора роста растений наибольшей

высотой растений характеризовались сорта груши Северянка краснощекая и Светлянка (к) – 15,0 и 15,5 см соответственно.

Наибольшей длиной корней без применения стимулятора роста растений обладали сорта груши Северянка краснощекая, Светлянка (к) – 11,0 и 11,1 см соответственно.

Без обработки стимулятором роста растений наибольшим количеством корней обладали сорта груши Светлянка (к) и Северянка краснощекая – 4,5 и 4,1 шт. соответственно. Наибольшим диаметром условной корневой шейки (1,1 см) обладали сорта груши Светлянка (к), Северянка краснощекая.

Список источников

1. Пучкин И. А., Семейкина В. М., Дейслинг Д. И. Пригодность плодов различных сортов груши к переработке // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 9. С. 102–104.

2. Барабаш И. П., Желудков И. А., Желудков А. И. Производственно-биологическая оценка сортов груши на подвое ВА-29 // Вестник АПК Ставрополя. 2016. № 1 (21). С. 159–162.

3. Ермоленко В. Г., Аполохов Ф. Ф., Можар Н. В. Перспективы выращивания груши в центральном Предкавказье // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 66 (6). С. 284–294.

4. Zhao X., Zheng H., Li Sh. The rooting of poplar cuttings: a review // New Forests International Journal on the Biology, Biotechnology, and Management of Afforestation and Reforestation. 2014. No. 45 (1). P. 21–34.

5. Нигматянова С. Э., Мурсалимова Г. Р. Действие препаратов Циркон и Рибав-Экстра на процессы ризогенеза зеленых черенков декоративных культур // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. XLIX. С. 253–256.

6. Enhancement of apple (*malus domestica*) productivity and soil health through organic fertilization and bio-inoculants under north-western himalayan region of India / S. Kumar, A. Sharma, V. Sharma // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2018. No. 88 (9). P. 1463–1468.

7. Мурсалимова Г. Р. Эколого-физиологические аспекты влияния гуматов на рост и развитие саженцев яблони // Плодоводство и ягодоводство России. 2016. № 46. С. 268–272.

8. Okunlola A. I. Effect of growth promoting substances on selected three ornamental plants // Advances in Crop Science and Technology. 2016. No. 4 (3). P. 222.

9. Singh A., Naithani S., Balodi Kh. N. Effects of plant growth hormones on *Populus deltoides* Bartram ex Marshall. An important species having potential in agro-forestry // Journal of Studies in Dynamics and Change. 2015. No. 2 (2). P. 344–349.

10. Ereisli S., Esitken A., Orhan E. Rootstocks used for temperate fruit trees in Turkey: an overview // Sodininkyste ir Darzininkyste. 2006. Vol. 25. No. 3. P. 27–33.

11. Maarri K., Haddad S., Fallouh I. Al Selections of *Pyrus syriaca* as promising rootstocks for pear cultivars // Acta Horticulturae. 2007. No. 104. P. 217–220.

12. Коваленко Н. Н. Выращивание посадочного материала садовых культур с использованием зеленого черенкования : методические рекомендации. Краснодар : Северо-Кавказский НИИ садоводства и виноградарства, 2011. 54 с.

References

1. Puchkin I. A., Semeikina V. M., Deisling D. I. Prigodnost' plodov razlichnykh sortoobraztsov grushi k pererabotke [Suitability of fruits of various varieties of pears for processing]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievement of Science and Technology of the Agro-industrial complex*, 2016; 30; 9: 102–104 (in Russ.).
2. Barabash I. P., Zheludkov I. A., Zheludkov A. I. Proizvodstvenno-biologicheskaya otsenka sortov grushi na podvoe VA-29 [Production and biological evaluation of pear varieties on the stock VA-29]. *Vestnik APK Stavropol'ya. – Bulletin of Agroindustrial complex Stavropol*, 2016; 1 (21): 159–162 (in Russ.).
3. Ermolenko V. G., Apolokhov F. F., Mozhar N. V. Perspektivy vyrashchivaniya grushi v tsentral'nom Predkavkaz'e [Prospects of pear cultivation in the Central Caucasus]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. – Fruit growing and viticulture in the South of Russia*, 2020; 66 (6): 284–294 (in Russ.).
4. Zhao X., Zheng H., Li Sh. The rooting of poplar cuttings: a review. *New Forests International Journal on the Biology, Biotechnology, and Management of Afforestation and Reforestation*, 2014; 45 (1): 21–34.
5. Nigmatyanova S. E., Mursalimova G. R. Deistvie preparatov Tsirkon i Ribav-Ekstra na protsessy rizogeneza zelenykh cherenkov dekorativnykh kul'tur [The effect of Zircon and Ribav-Extra preparations on the processes of rhizogenesis of green cuttings of ornamental crops]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – Fruit and berry growing in Russia*, 2017; XLIX: 253–256 (in Russ.).
6. Kumar S., Sharma A., Sharma V. K., Rosin K. G., Kumar D. Enhancement of apple (*malus domestica*) productivity and soil health through organic fertilization and bio-inoculants under north-western himalayan region of India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 2018; 88 (9): 1463–1468.
7. Mursalimova G. R. Ekologo-fiziologicheskie aspekty vliyaniya gumatov na rost i razvitie sazhentsev yabloni [Ecological and physiological aspects of the influence of humates on the growth and development of apple seedlings]. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – Fruit and berry growing in Russia*, 2016; 46: 268–272 (in Russ.).
8. Okunlola A. I. Effect of growth promoting substances on selected three ornamental plants. *Advances in Crop Science and Technology*, 2016; 4 (3): 222.
9. Singh A., Naithani S., Balodi Kh. N. Effects of plant growth hormones on *Populus deltoides* Bartram ex Marshall. An important species having potential in agro-forestry. *Journal of Studies in Dynamics and Change*, 2015; 2 (2): 344–349.
10. Ereisli S., Esitken A., Orhan E. Rootstocks used for temperate fruit trees in Turkey: an overview. *Sodininkyste ir Darzininkyste*, 2006; 25; 3: 27–33.
11. Maarri K., Haddad S., Fallouh I. Al Selections of *Pyrus syriaca* as promising rootstocks for pear cultivars. *Acta Horticulturae*, 2007; 104: 217–220.
12. Kovalenko N. N. *Vyrashchivanie posadochnogo materiala sadovykh kul'tur s ispol'zovaniem zelenogo cherenkovaniya: metodicheskie rekomendatsii [Cultivation of planting material of garden crops with the use of green cuttings: methodological recommendations]*, Krasnodar, Severo-Kavkazskij NII sadovodstva i vinogradarstva, 2011, 54 p. (in Russ.).

© Зацепина И. В., 2023

Статья поступила в редакцию 22.04.2023; одобрена после рецензирования 17.05.2023; принята к публикации 22.05.2023.

The article was submitted 22.04.2023; approved after reviewing 17.05.2023; accepted for publication 22.05.2023.

Информация об авторе

Зацепина Илона Валериевна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Федеральный научный центр имени И. В. Мичурина, valerevna@mail.ru

Information about author

Zatsepina IonaValerevna, Candidate of Agricultural Sciences, Research, I. V. Michurin Federal Science Center, ilona.valerevna@mail.ru

Научная статья

УДК 632.92+633.853.52(571.61)

EDN YTZCMR

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_31

Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области

Александр Александрович Кузьмин

Всероссийский научно-исследовательский институт сои
Амурская область, Благовещенск, Россия, kaa@yandex.ru

Аннотация. Планирование способов борьбы с заболеваниями сои предполагает наличие базовых сведений о потенциальных фитосанитарных рисках. Целью данного исследования являлось выяснение закономерностей распространения заболеваний сои в зоне соеяния Амурской области и влияния различных факторов (прилегающей к полям дикой растительности, погодно-климатических и других условий) на фитосанитарное состояние посевов. В работе представлены результаты полевых и лабораторных исследований, проведенных с 2019 по 2022 гг. Были изучены распространение и степень развития заболеваний сои в районах Амурской области, возделывающих данную культуру, а также видовой состав патогенов. Проведена математическая обработка полученных данных методом расчета Евклидовой метрики; выполнена кластеризация локальных списков видов грибных заболеваний на основе полученных расчетов. Наиболее распространенным заболеванием является септориоз сои, наиболее редким – склеротиниоз. Отмечено новое для территории Амурской области заболевание, поражающее сою – рак стебля (*Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*). Возбудитель ослабляет растение, после чего фузариоз переходит в диффузную форму и вызывает трахеомикозное увядание растений сои. Выявлена зависимость степени развития и распространения заболеваний сои от следующих факторов: состава прилегающей дикой растительности, степени изоляции поля, а также от локальных погодно-климатических условий. Наибольшее влияние на распространение церкоспороза оказывает степень изоляции и карантинные мероприятия. Мучнистая роса проявляет чувствительность в основном к локальным погодно-климатическим условиям и степени загущенности посевов, в то время как септориоз слабо реагирует на указанные факторы и по всей территории области имеет широкое распространение и высокую степень развития в посевах сои.

Ключевые слова: соя, заболевания, грибные болезни сои, распространение заболеваний, степень развития заболеваний, карантинные мероприятия

Благодарности: автор выражает благодарность начальнику научно-методического и экспериментального центра Всероссийского центра карантина растений, кандидату биологических наук Юрию Андреевичу Шнейдеру за неоценимую помощь в проведении лабораторных исследований, а также научному сотруднику Всероссийского научно-исследовательского института сои Николаю Станиславовичу Анисимову за помощь в организации и проведении полевых исследований.

Для цитирования: Кузьмин А. А. Особенности распространения заболеваний сои на территории Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 31–44. doi: 10.22450/19996837_2023_2_31.

Original article

Features of the spread of soybean diseases in the Amur region

Alexander A. Kuzmin

All-Russian Research Institute of Soybean, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

kaa@yandex.ru

Abstract. Knowledge of potential pest risks is essential for soybean disease control planning. The purpose of this study is to obtain actual information about the patterns of the spread of diseases in soybean fields in the Amur region, as well as the influence of various factors, such as wild vegetation near the field, weather, etc. The author shows the results of field and laboratory studies from 2019 to 2022. The distribution and density of soybean diseases in different areas of the Amur region and the species composition of soybean diseases were studied. Mathematical processing of the obtained data was carried out by the method of calculating the Euclidean metric. Clustering of local lists of types of fungal diseases was performed on the basis of the obtained calculations. The most common disease is septoriose (*Septoria glycines*). The rarest disease is sclerotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*). A new disease for the territory of the Amur region was discovered: soybean stem cancer (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*). The pathogen agent weakens the plant, so fusarium becomes diffuse form and causes tracheomycosis wilt of soybean plants. The dependence of the density and spread of soybean diseases on the following factors was revealed: the composition of the adjacent wild plants, the degree of isolation of the field, and local weather conditions. The degree of isolation and quarantine measures have the greatest influence on the spread of cercosporosis (*Cercospora sojina*). Powdery mildew (*Erysiphe communis*) is highly sensitive to local weather and climate conditions. Septoriose (*Septoria glycines*) weakly responds to these factors. Throughout the region, this disease is widespread and has a high density in soybean crops.

Keywords: soybean, diseases, fungal diseases of soybean, spread of diseases, disease density, quarantine measures

Acknowledgments: the author expresses gratitude to the Head of the Scientific-Methodological and Experimental Center of the All-Russian Plant Quarantine Center, Candidate of Biological Sciences Yuri Andreevich Schneider for invaluable assistance in conducting laboratory research, as well as to the researcher of the All-Russian Research Institute of Soybean Nikolai Stanislavovich Anisimov for assistance in organizing and conducting field research.

For citation: Kuzmin A. A. Osobennosti rasprostraneniya zabolevaniy soi na territorii Amurskoi oblasti [Features of the spread of soybean diseases in the Amur region]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 31–44 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_31.

Введение. Соя – одна из наиболее популярных культур современности. В 2019 году в России было собрано 4,6 млн. тонн. В 2022 году только в Амурской области собрано более 1,5 миллионов тонн сои. Популярность этой культуры продолжает расти, что вынуждает работников сельского хозяйства не только увеличивать площади сельхозугодий, но и сеять эту культуру в ущерб технологии возделывания.

Часто сою начинают сеять повторно или несколько лет подряд; ее возделывают в сплошных, чрезвычайно загущенных посевах и т. д. Эти нарушения ведут к повы-

шению фитопатологической нагрузки, накоплению патогенов в почве и снижению рентабельности производства культуры.

Еще одним риском является бесконтрольное использование семян зарубежного производства, с которыми на территорию страны попадают новые патогены и вредители [1, С. 7–8]. В настоящее время отсутствует информация по распространению заболеваний на территории Амурской области, что делает борьбу с ними еще более сложной. В данной работе представлены первые данные, собранные на всей территории области и раскрывающие

зависимость фитопатологической нагрузки на посевы сои от внешних факторов.

Методика исследований. В период 2018–2022 гг. на полях хозяйств Амурской области проведены исследования по изучению распространения и степени развития заболеваний сои. В 17 районах (Зейском, Шимановском, Магдагачинском, Свободненском, Ромненском, Мазановском, Серышевском, Благовещенском, Белогорском, Ивановском, Тамбовском, Октябрьском, Константиновском, Михайловском, Завитинском, Бурейском, Архаринском) выполнены маршрутные и детальные обследования в 197 пунктах. Изучены в том числе посевы, расположенные в пограничной зоне (ПЗ) Константиновского, Благовещенского, Свободненского и Шимановского районов, имеющие высокую степень изоляции.

Маршрутный метод применялся для оценки единообразия фитосанитарного состояния поля. Для этого прокладывался маршрут длиной ~30 м от края поля по направлению к центру, возврат к краю поля и повторение. Дальнейшие учеты проводились методом постоянных пробных площадок. В соевом посеве разбивалось не менее трех постоянных пробных площадок размером 3×3 метра (9 м²) на удалении 5, 10 и 20 метров от края поля. Сами площадки маркировались вешками с флажками; за пределами поля забивались два колышка по направлению к ближайшему углу площадки. Расстояние до площадки вносилось в полевой дневник для успешного поиска в случае уничтожения или падения основной вешки.

На площадке подсчитывалось общее количество растений сои; затем количество растений, имеющих выраженные, визуально определяемые симптомы заболеваний. Для определения заболеваний по внешним симптомам использованы методические рекомендации Л. А. Деги «Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке» [2]. Пурпурный церкоспороз (*Cercospora kikuchii*) в указанной работе дается с неправильными определением и фотографиями, поэтому данное заболевание определялось по описаниям в коллективной работе «The Minnesota Soybean Field Book» [3, С. 84], а также в монографии «Species concepts in *Cercospora*» [4, С. 156].

Растения, имеющие внешние признаки, сходные с симптомами вирусных заболеваний, отмечались, но не учитывались по причине отсутствия возможности оперативного проведения анализа ДНК и достоверного определения возбудителя. Также пришлось отказаться от учета корневых гнилей в связи со сложностью одновременного проведения наблюдений и определения возбудителей на всей территории Амурской области в начальные фазы развития растений сои.

Прямой отбор растений после фотофиксации внешних симптомов применялся для уточнения определений заболеваний в лабораторных условиях, где пораженные фрагменты листьев и стеблей помещались на питательные среды с последующим микроскопированием культуры гриба. Учет степени развития заболеваний проводился по шкале оценки поражения сои грибными болезнями Всероссийского НИИ защиты растений [5, 6].

Последующая обработка данных и составление таблиц проводилась согласно методическим рекомендациям [7, 8]. Статистическая обработка данных и построение графиков и диаграмм проведены с использованием пакетов программ PAST – PAleontological STatistics (версия 4.03., 2020) [9] и MS Excel. Для обработки векторных изображений и адаптации их для публикации использовались программы CorelDraw 9.0 и Gimp.

Фотографии выполнены при помощи камеры Canon EOS 5dII с объективом Волна-9 50/2,8.

Результаты и обсуждение. На территории области обнаружены визуально определяемые симптомы одного бактериального и восьми грибных заболеваний сои (табл. 1).

Учет заболеваний проведен по доступности полей в фазы всходов, первого тройчатого листа, цветения и налива бобов, а также перед уборкой.

Наибольшей степени развития достиг септориоз (*Septoria glycines*), отмеченный более чем на 80 % площадок. На обследованных полях Ивановского, Октябрьского, Михайловского, Белогорского и Тамбовского районов ко времени уборки все растения сои имели на нижних листьях и штамбе выраженные симптомы

Таблица 1 – Распространение болезней на пробных площадках в 2019-2022 гг., %
Table 1 – Spread of diseases at trial sites in 2019–2022, %

Район	Заболевание									Среднее значение по всем заболеваниям
	Церкоспороз (<i>Cercospora sojae</i>)	Пурпурный церкоспороз (<i>Cercospora kikuchii</i>)	Септориоз (<i>Septoria glycines</i>)	Аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)	Пероноспороз (<i>Peronospora manshurica</i>)	Фузариоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)	Мучнистая роса (<i>Erysiphe communis</i>)	Склеротиниоз (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	Бактериоз (<i>Pseudomonas syringae</i>)	
Ромненский	71,4	14,3	100,0	0,0	28,6	14,3	57,1	14,3	51,4	39,0
Бурейский	61,5	38,5	100,0	38,5	61,5	35,4	83,8	0,0	61,5	53,4
Завитинский	63,1	37,6	100,0	38,6	66,7	33,7	73,4	0,0	47,6	51,2
Константиновский	36,4	9,1	90,9	18,2	45,4	30,8	48,2	8,8	27,3	35,0
ПЗ Константиновского	3,2	0,0	37,1	1,2	21,6	3,9	41,3	0,0	6,2	12,7
Архаринский	66,4	37,3	91,8	38,2	62,7	36,4	81,8	27,3	72,7	57,2
Серышевский	52,8	27,8	97,2	38,9	75,0	30,6	44,4	50,0	66,1	53,6
Свободненский	41,6	8,3	94,4	50,0	58,3	38,9	52,8	5,6	36,1	42,9
ПЗ Свободненского	26,5	0,0	41,3	2,2	23,4	22,7	49,5	3,1	7,3	19,5
Мазановский	50,0	11,1	80,6	0,0	16,7	19,4	44,4	25,0	30,6	30,9
Шимановский	0,0	0,0	61,1	11,1	44,4	0,0	0,0	0,0	16,7	14,8
ПЗ Шимановского	0,0	0,0	45,2	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	5,9	8,1
Зейский	2,8	0,0	58,3	0,0	30,6	0,0	2,0	0,0	25,0	13,2
Магдагачинский	0,0	0,0	52,8	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	19,4	10,8
Ивановский	57,2	38,4	100,0	33,4	28,8	19,2	40,2	31,6	49,2	44,2
Октябрьский	58,8	33,2	100,0	39,2	31,6	29,8	44,6	38,8	57,2	48,1
Михайловский	63,2	29,8	100,0	34,8	29,8	26,2	35,4	28,4	50,6	44,2
Благовещенский	40,4	7,8	91,2	26,4	57,2	16,4	21,6	5,8	29,2	32,9
ПЗ Благовещенского	39,3	1,1	91,0	21,5	53,9	11,2	19,5	6,3	22,7	29,6
Белогорский	57,4	39,2	100,0	42,2	37,4	33,2	41,6	40,2	65,6	50,7
Тамбовский	62,8	41,6	100,0	41,6	36,2	26,8	38,2	39,4	72,4	51,0
Среднее значение по всем районам	40,7	17,9	82,5	22,7	40,8	20,4	39,0	15,5	39,1	—

септориоза. Применение фунгицидов в части хозяйств привело только к замедлению развития заболевания, но не к переходу в бессимптомную форму.

Широко распространена также мучнистая роса (*Erysiphe communis*) (в среднем до 40 %), которая точно поражает отдельные листья сои. Наибольшая степень развития мучнистой росы отмечена на полях, расположенных в поймах рек, но в тоже время это заболевание весьма характерно для загущенных посевов без привязки к ландшафту и может встречать-

ся даже в наиболее аридных условиях на склонах южной экспозиции в Благовещенском и Константиновском районе, где поражает в основном штаб и нижние листья.

Фузариоз (*Fusarium oxysporum*) и пероноспороз (*Peronospora manshurica*) в большинстве случаев отмечены в локальной форме. Симптомы пероноспороза на начальных этапах развития могут напоминать следы укусов тлей, поэтому требуют обязательной выборки образцов и проверки в лабораторных условиях. Бак-

териальный ожог (*Pseudomonas syringae*) регулярно встречается в начале вегетации, поражая семядольные и первые тройчатые листья, но, как правило, растения справляются с заболеванием и продолжают рост.

Наиболее редко встречающиеся пурпурный церкоспороз (*Cercospora kikuchii*) и склеротиниоз (*Sclerotinia sclerotiorum*). Тем не менее, распространение и степень развития первого заболевания на территории Амурской области оказались значительно выше, чем предполагалось ранее, исходя из литературных данных и устных свидетельств. Симптомы этого заболевания сотрудники возделывающих сою хозяйств часто путают с солнечным ожогом, поскольку пятна на пораженных листьях в условиях Амурской области проявляются значительно слабее, а их окраска менее контрастная и насыщенная (рис. 1), чем на фотографиях, сделанных на территориях Китая, Канады и США. Тем не менее, даже в этом случае заболевание поражает растение полностью, включая створки бобов и семена.

Для уточнения состава заболеваний был проведен лабораторный анализ, в результате которого на образцах из Тамбовского района выявлены заболевания, ранее не зафиксированные на сое, в частности грибные заболевания злаков, такие как фузариозы (*Fusarium poae*, *Fusarium avenaceum*), фомоз (*Phoma sp.*) и чернь

колоса пшеницы (*Epicoccum nigrum*). Эти возбудители специализированы по растению-хозяину и не поражают сою. Их присутствие в образцах сои с высокой вероятностью обусловлено непосредственной близостью посевов пшеницы, откуда конидии могли быть перенесены ветром, и не говорит об адаптации патогенов к новому хозяину.

Из бессимптомных грибных заболеваний сои обнаружен антракноз (*Colletotrichum truncatum*). Визуально определяемые симптомы антракноза во время проведения исследований обнаружены не были.

Также определены причины возникновения заболевания сои, которое сельхозтоваропроизводители условно называют «вилтом». Ранее погибшие растения наблюдались в Архаринском и Бурейском районах области, однако на всех растениях сначала появлялись симптомы локальной формы фузариоза: на нижних листьях и стебле появлялись бурые язвы, покрытые светлым, розоватым налетом; на листьях появлялись хлоротичные пятна; затем листья скручивались и отмирали. Далее фузариоз переходил в диффузную форму и растение погибало.

С 2018 года на полях, расположенных в пределах Зейско-Буреинской равнины, начали встречаться растения, которые



Рисунок 1 – Лист сои, пораженный пурпурным церкоспорозом (*Cercospora kikuchii*)
Figure 1 – Soybean leaf affected by purple cercospora (*Cercospora kikuchii*)

увядали на корню без предварительного проявления каких-либо выраженных симптомов. В 2022 году на полях Тамбовского района были собраны такие увядающие и погибшие на корню растения, из них были изъяты фрагменты листьев, корней и стеблей и направлены в лабораторию для последующего анализа (рис. 2).

В результате был выявлен набор патогенов, в числе которых впервые достоверно для Амурской области отмечен рак стебля сои (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora* Athow & Caldwell).

В 2018 году заболевание было распространено в США и Хорватии [10, С. 4–5]; в том же году впервые патовар, поражающий подсолнечник, был обнаружен в России [11, С. 146], а в 2021 году указывалось на опасность заноса патовара, поражающего сою, с зарубежными семенами [12, С. 313].

Растения, пораженные раком стебля, ослабевают достаточно, чтобы фузариоз сои, еще до проявления внешних симптомов, перешел в диффузную форму, привел к поражению и закупорке сосудов (трахеомикозу) и вызвал гибель растения. Оба заболевания поражают в основном корневую систему и штаб, поэтому в листьях

и в верхней части стебля, как правило, бывает сложно обнаружить возбудителя. *D. phaseolorum var. caulivora* является факультативным паразитом, способен развиваться на мертвых тканях растения и активно растет на лабораторных средах. Эти особенности позволяют ему сохраняться в растительных остатках при мульчировании почвы и переживать смену культур в севообороте.

Статистический анализ сходства локальных списков видового состава и степени развития заболеваний в районах Амурской области проведен на основе расчета Евклидовой метрики по формуле (1):

$$d(p, q) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2} \quad (1)$$

где $d(p, q)$ – дистанция между p и q в евклидовом пространстве;

n – количество измерений;

k – измерение.

При кластеризации полученных результатов по методу попарного внутригруппового невзвешенного среднего



Рисунок 2 – Увядание растения, пораженного раком стебля сои (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*) в сочетании с фузариозным трахеомикозом

Figure 2 – Dead plants affected by soybean stem cancer (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*) and fusarium tracheomycosis

(UPGMA) локальные списки по районам, занимающимся выращиванием сои, делятся на два макрокластера, первый из которых, в свою очередь, делится на четыре кластера (рис. 3).

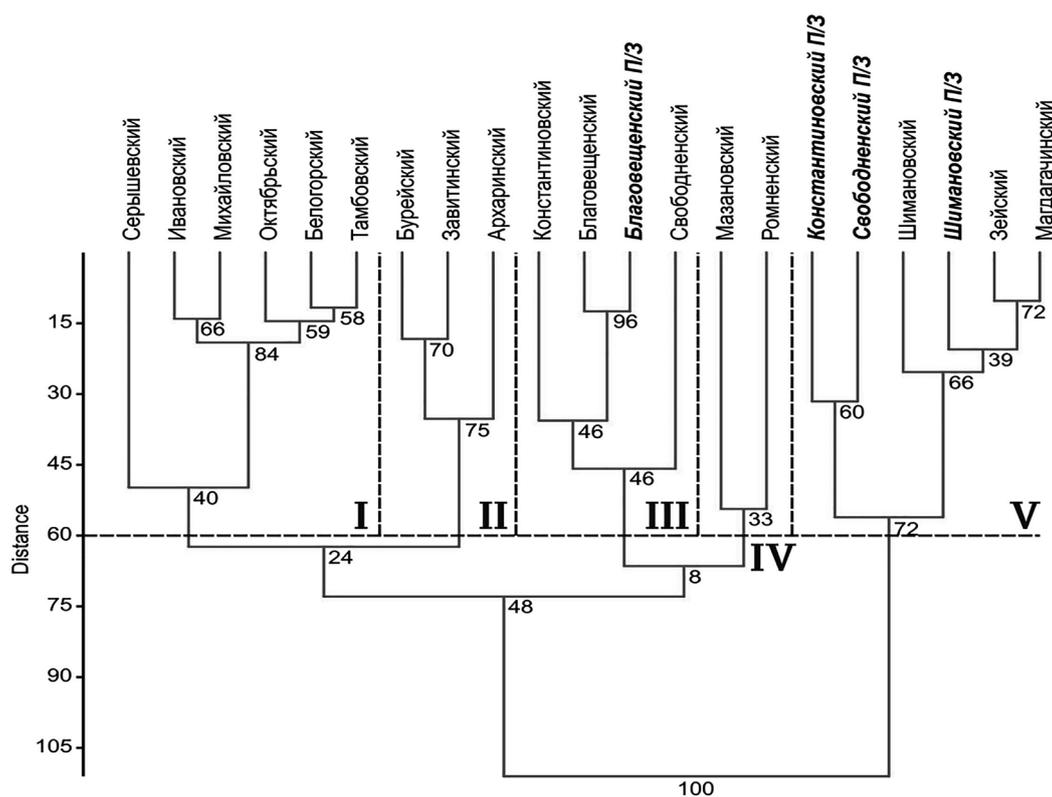
Кластер I представлен районами основной зоны соеяния с обширными непрерывными посевными площадями. Поля в этих районах разделены либо искусственными полеваями лесополосами, либо заболоченными долинами небольших рек. Почвы в основном луговые черноземовидные; относительно плохо дренированные; суглинистые по механическому составу. Все поля имеют хороший доступ для транспорта; часто соя возделывается в монокультуре и повторных посевах.

В этих районах на полях присутствует весь перечень отмеченных заболеваний, поражающих сою на всех фазах развития, а также высокая их степень развития. Поля Серышевского района, отделенные

от прочих районов, входящих в данный кластер, рекой Томь, формируют с ними относительно слабую связь с низким (40) бутстрап-значением.

В кластер II вошли юго-восточные районы области – Завитинский, Бурейский и Архаринский. Поля в этих районах разделены крупными реками, такими как Бурейя и Архара, а в восточной части также горными массивами и значительными участками богатых в плане видового разнообразия неморальных лесов. Почвы в основном аллювиальные; к западу от р. Бурейя – луговые черноземовидные; на некоторых полях – бурые лесные и таежные подзолистые. Поля в этих районах во второй половине лета часто подвержены воздействию туманов.

В данных районах отсутствует либо слабо распространен и при этом имеет низкую степень развития склеротиниоз. Степень развития других грибных заболеваний сои равномерно повышена, но рас-



метод кластеризации UPGMA; бутстрап 1 000;
в основании ветвей приведены бутстрап-значения; П/З – пограничная зона

Рисунок 3 – Дендрограмма сходства районов зоны соеяния Амурской области по степени развития всех заболеваний на пробных площадках по дистанции Евклида

Figure 3 – Dendrogram of the similarity of districts of the Amur region with soybean crops in terms of the density of all diseases on test plots according to the Euclid distance

пространение заболеваний по территории неравномерно и не формирует выраженной картины (на исследуемом поле одни заболевания могут полностью отсутствовать; другие в тоже время проявлять себя агрессивно, массово размножаться и поражать большое число растений).

Это вызвано, с одной стороны, относительной изоляцией посевов сои, разделенных обширными неудобьями, что препятствует нивелированию разницы в видовом составе заболеваний по полям района; с другой – более гумидным климатом, чем на прочей территории области, что создает благоприятные условия для размножения и развития грибных инфекций. Диффузная, наиболее вредоносная форма фузариоза сои, приводящая к гибели растений, в заметных количествах до 2019 года встречалась только в этих районах.

В кластер III вошли Константиновский, Благовещенский и Свободненский районы. Поля в этих районах в основном граничат либо с луговой аридной растительностью, либо с сухими дубняками с леспедецей в подлеске, редко с пойменными умеренными лесами. Какие-либо заметные непрерывные посевы встречаются только в поймах рек Амур и Зея и участке Зейско-Буреинской равнины в пределах Константиновского района. Как правило, поля разделены значительными площадями березово-дубовых лесов, долинами небольших рек и пересеченным рельефом. Почвы в основном аллювиальные, местами луговые черноземовидные со слабым перегнойно-аккумулятивным горизонтом. В основном хорошо дренированные, с рыхлыми ожелезненными песками в горизонте накопления и в материнской породе. Хороший дренаж не способствует удержанию и накоплению осадков, поэтому в течение лета данные территории могут испытывать недостаток влаги.

Характерны меньшая степень развития пурпурного церкоспороза, мучнистой росы и аскохитоза по сравнению с кластером I. Фон прочих заболеваний также несколько снижен. В этот же кластер входят поля, расположенные в пограничной зоне Благовещенского района. Состав заболеваний на этих полях мало отличается от состава таковых на прочих полях района, что обусловлено в основном их легкодо-

ступностью и развитой транспортной сетью.

В кластер IV вошли Мазановский и Ромненский районы, имеющие общую особенность – с востока они ограничены горными системами Малый Хинган и Турана, поэтому в них отсутствует транзитное движение транспорта. Почвы в основном аллювиальные, отчасти бурые лесные, хорошо дренированные, но в отличие от кластера II хорошо увлажненные за счет близости водного горизонта. Поля в этих районах расположены в том числе в поймах рек, где в отдельные годы подвержены затоплению. Прилегающая дикая растительность, как правило, представлена сильно обедненными неморальными сообществами с примесью бореальной растительности, доля которой увеличивается с юго-запада на северо-восток. Поля могут образовывать обширные непрерывные посевные площади, разделенные только узкими старицами и перелесками, однако поскольку в большинстве случаев поля расположены в тупиках грунтовых дорог, а полей, расположенных вдоль крупных транспортных магистралей мало, доступность полей остается относительно невысокой.

В данном кластере не был отмечен аскохитоз, но при этом стабильно высокая степень развития церкоспороза. Фон всех заболеваний снижен относительно кластеров I, II и III.

В последний кластер V входят северо-западные районы – Шимановский, Магдагачинский и Зейский. Прилегающая дикая растительность по большей части бореальная, с незначительными включениями неморальных элементов. Поля в основном небольшого размера и разделены обширными площадями лиственных и светло-хвойных лесов, марями и пересеченным рельефом. Почвы в основном таежные подзолистые, отчасти аллювиальные (в долинах Амура и Зеи) и бурые лесные. Для полей района характерна пониженная степень развития заболеваний, вплоть до отсутствия некоторых из них. В этих районах не были обнаружены пурпурный церкоспороз и склеротиниоз, а фузариоз обнаружен единично.

Кластеры I, II, III, и IV образуют общий макрокластер и в целом ближе друг к другу, чем к изолированному кластеру V.

Поскольку в кластер V входят поля, расположенные в пограничных зонах Константиновского и Свободненского районов и имеющие мало общего по составу прилегающей дикой растительности и локальным погоднo-климатическим условиям с полями в северных районах области, объединение их в общий кластер указывает, что специфика северных районов заключается не в своеобразии видового состава заболеваний, а в обедненности такового вследствие малых размеров полей, разделенных обширными неудобьями.

Представляет также интерес среднее значение степени развития всех заболеваний по всем пробным площадкам каждого из районов, без учета полей, находящихся в пограничной зоне. Этот показатель не дает полной картины распространения заболеваний, однако косвенно может применяться для оценки фитопатологической

нагрузки на посевы сои. В распределении заболеваний по территории области прослеживается увеличение степени развития заболеваний с севера на юг (рис. 4).

Наименьшие средние проценты приходятся на три северо-западных района области, находящиеся на северной границе соевого сеяния – Зейский, Шимановский и Магдагачинский. Этому способствуют несколько факторов: изолированность и значительная удаленность посевов друг от друга, что препятствует распространению возбудителей с ветром и частицами почвы; бедность диких бобовых, способных стать естественными резерватами для возбудителей; низкие температуры в зимнее время, убивающие часть зимующих насекомых, способствующих разносу возбудителей.

Сниженный фон заболеваний отмечается в районах с тупиковой дорожной

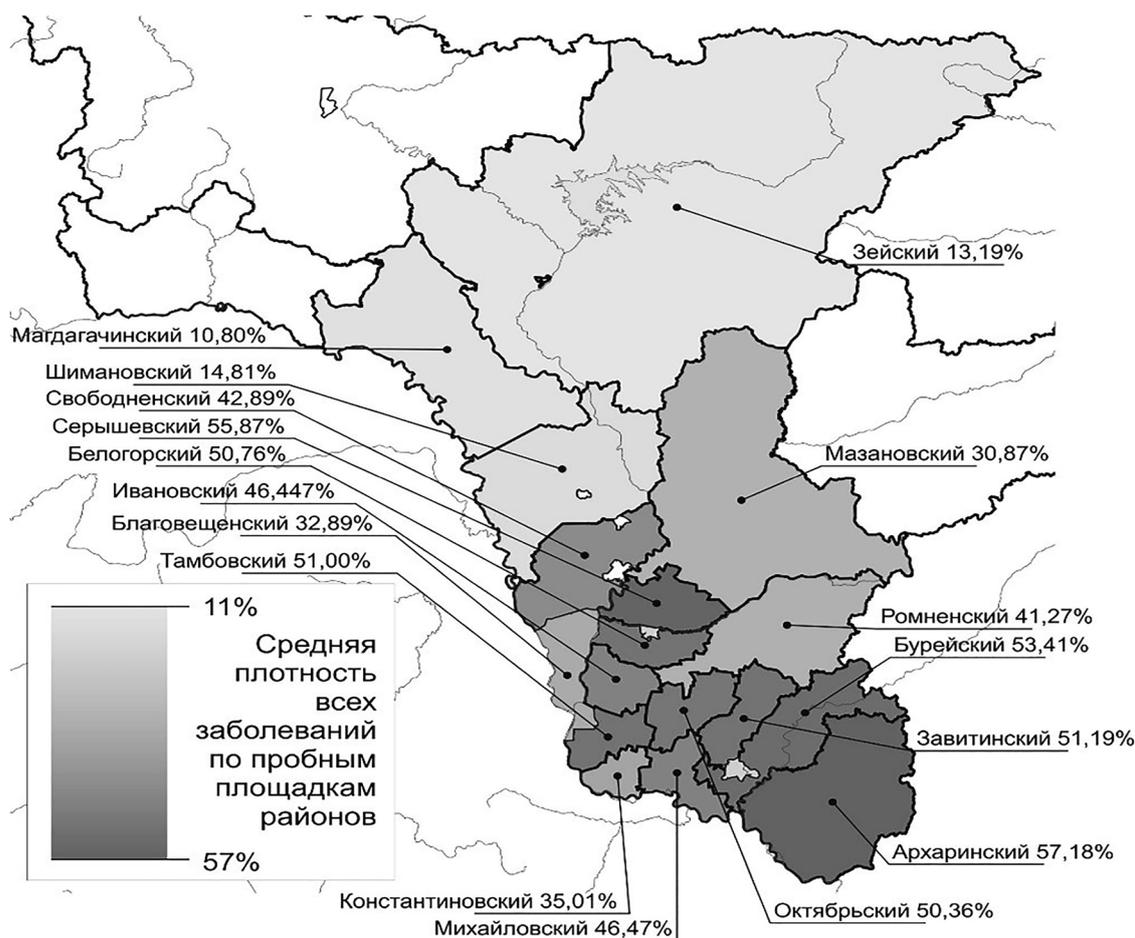


Рисунок 4 – Карта-схема распределения средней степени развития заболеваний в соевых посевах по районам Амурской области

Figure 4 – Map of distribution of the average density of diseases in soybean crops by Amur region's districts

сетью, за которыми нет дополнительных территорий с соевыми посевами (Мазановском, Константиновском и Ромненском) и в районах с незначительными посевными площадями (Благовещенском и Свободненском). В Благовещенском районе наибольшая степень развития заболеваний приходится на поля, расположенные в пойме на левобережье р. Зея и граничащие с Тамбовским и Ивановским районами; в то время как на полях, расположенных в пойме Амура и на территории Амуро-Зейского междуречья степень развития заболеваний на 9–14 % ниже.

Весьма любопытно, что наибольшая средняя степень развития заболеваний отмечена в Архаринском районе. Этот район не выделяется ни по одному заболеванию на фоне прочих; в нем обнаружены, в том числе отдельные поля, полностью свободные от широко распространенного септориоза, однако среднее значение степени развития заболеваний в нем наивысшее, что во многом обусловлено более теплым и влажным климатом, а также богатым видовым составом фитофагов, способных переносить возбудителей от растения к растению.

Для Амурской области характерно наличие посевных площадей в пойме реки Амур за охранной пограничной системой. В большинстве районов доступ к этим полям ограничен и осуществляется только при наличии специального разрешения от погранслужбы. Кроме того, по периметру этих полей отсутствует свободное движение транспорта, они удалены от основной зоны соесаяния и порой труднодоступны даже для спецтехники. Исключения составляют только поля в погранзоне Благовещенского района, большая часть которых расположена вдоль трассы Благовещенск – Сергеевка – Бибиково, в то время как полей за охранной системой почти нет.

Ограничение свободного доступа к полям формирует условия, поддерживающие естественный карантин, и позволяет сравнить степень развития заболеваний на этих полях со степенью развития на прочих полях района для предварительной оценки эффективности карантинных мероприятий.

В рамках данной работы на изолированных полях в погранзоне по стандарт-

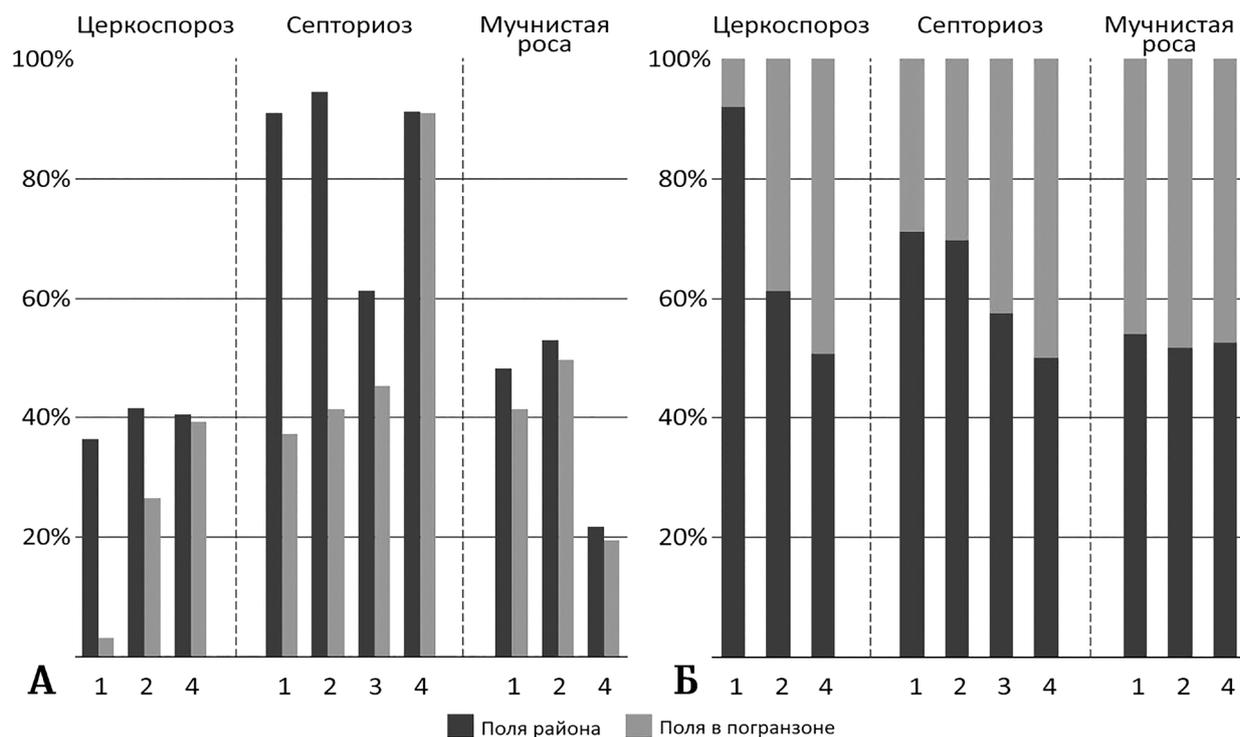
ной схеме было подсчитано количество растений, имеющих визуально определяемые симптомы трех наиболее заметных и надежно определяемых визуально заболеваний: септориоза, церкоспороза и мучнистой росы.

Все поля Благовещенского района имеют примерно одинаковую степень изоляции и хорошую доступность для транспорта, но нигде не образуют обширные непрерывные посевные площади. Вследствие этого состав и степень развития заболеваний мало отличаются как в погранзоне, так и вне ее. В Константиновском районе поля имеют хороший доступ для любого транспорта; образуют обширные непрерывные посевные площади, разделенные грунтовыми и шоссейными дорогами, в то время как поля в погранзоне этого района имеют высокую степень изоляции. В Шимановском районе поля небольшого размера, изолированы друг от друга обширными лесными массивами и заболоченными территориями, чем мало отличаются от полей в погранзоне этого района. Сравнение распространенности трех заболеваний представлено на рисунке 5.

Наибольшую чувствительность к изоляции проявляет церкоспороз. В Константиновском районе степень развития заболевания на полях в погранзоне ниже на 91 %, чем на полях района; в Свободненском – на 36 %; в Благовещенском – на 3 %. Степень развития септориоза в погранзоне Константиновского района ниже на 59 %, в Свободненском на – 56 %, в Шимановском – на 26 %, в Благовещенском – на 0,2 %.

Иным образом реагирует мучнистая роса, которая снижает степень развития в погранзоне Константиновского района на 14 %, Свободненского на 6 %, а в Благовещенском и Шимановском районах степень развития заболевания в погранзоне выше, чем на полях вне нее.

Микроклимат в пойме р. Амур более прохладный и влажный, чем на сухих возвышенностях Амуро-Зейского междуречья, что в сочетании с чрезмерной загущенностью посевов сои создает благоприятные условия для развития грибных заболеваний. Вследствие этого, поля в погранзоне данных районов сильнее подвержены поражению мучнистой росой, чем



1 – Константиновский район; 2 – Свободненский район; 3 – Шимановский район; 4 – Благовещенский район; слева – процент растений на пробных площадках с симптомами заболеваний; справа – соотношение процента зараженных растений в погранзоне и вне ее

Рисунок 5 – Диаграммы степени развития церкоспороза, септориоза и мучнистой росы на пробных площадках в соевых посевах районов Амурской области, а также на полях, расположенных в пограничной зоне данных районов

Figure 5 – Diagrams of the density of cercosporosis, septoria and powdery mildew on test plots in soybean crops districts of the Amur region, as well as in fields located in the border zone of these areas

поля, расположенные в глубине районов, где условия произрастания более аридные. Косвенно на широкое распространение мучнистой росы указывает плотность трофически связанных с ней коровок (*Psyllobora vigintiduopunctata*). В Благовещенском районе в пойме р. Амур при сборах насекомых-вредителей количество этих жуков иногда превосходило количество листоедов (*Monolepta quadriguttata*) и достигало 15–18 жуков на 20 взмахов сачка.

Заключение. Проведенные исследования подтвердили первоначальные наблюдения о зависимости степени развития и состава заболеваний сои от видового состава растительных сообществ на прилегающих территориях от локальных погодноклиматических факторов, а также от степени изоляции поля.

В результате высокой изоляции, в северо-западных районах области посе-

вы сои относительно слабо подвержены поражению заболеваниями, несмотря на экстремальные условия выращивания. Близки к ним районы, расположенные на северо-востоке области. Несмотря на относительно более мягкий климат и значительные площади посевов, в этих районах нет активного движения транспорта и разности возбудителей.

Наибольшее распространение заболевания сои получили в основной зоне соосеяния Амурской области – районах, расположенных на Зейско-Буреинской равнине. Непрерывные посевы сои, имеющие хороший доступ для любого транспорта, способствуют распространению и накоплению возбудителей. В юго-восточных районах, расположенных на Архаринской низменности и в долине р. Буряя, на развитие заболеваний оказывают большее влияние гумидность климата, летние туманы и высокая влажность

воздуха. Своеобразие отдельных районов, расположенных на Амуро-Зейском междуречье и на юге области, связано с распространением аридных биотопов и относительной труднодоступностью полей.

Исходя из этих данных, по крайней мере в районах, входящих в кластеры I и II, необходимо в ближайшее время прилагать максимальные усилия для понижения степени развития заболеваний в посевах сои. Весьма желательно переходить к ширококядному посеву, отказаться от мульчирования почвы и вывозить с поля растительные остатки, содержащие большое количество патогенов.

Применение карантинных мероприятий может иметь различную эффективность по отношению к разным заболеваниям сои. При борьбе с мучнисторосями грибами в условиях Амурской области применять карантин неэффективно. Значительно большее влияние в данном случае оказывает расположение поля, видовой состав прилегающей растительности, степень развития посевов сои и локальные погодно-климатические условия. В тоже время соблюдение карантина и выполне-

ние норм сельскохозяйственной гигиены будет ограничивать распространение церкоспороза и септориоза.

Для Амурской области достоверно зафиксирован рак стеблей сои (*Diaporthe phaseolorum var. caulivora*). В условиях гумидизации климата Амурской области, регулярного превышения среднегодового количества осадков, следует ожидать распространение этого заболевания по основной зоне соевосия, что в сочетании с увеличением степени развития фузариоза сои может в ближайшее десятилетие привести к заметным потерям урожая.

Использование сортов зарубежной селекции и халатное отношение к карантинным мероприятиям уже привело к появлению двух заболеваний, ранее неизвестных с территории России – пурпурного церкоспороза и рака стебля. При продолжении практики массовой закупки зарубежного семенного материала в ближайшее время следует ожидать появления на территории нашей страны фитофтороза сои, который может поставить под вопрос рентабельность возделывания этой культуры.

Список источников

1. Синеговский М. О., Кузьмин А. А. Состояние, перспективы и фитосанитарные риски производства сои // Защита и карантин растений. 2020. № 10. С. 7–12.
2. Дега Л. А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке. Владивосток : Дальнаука, 2012. 97 с.
3. The Minnesota Soybean Field Book / J. M. Bennett, E. Rhetoric, D. R. Hicks [et al.]. St. Paul : University of Minnesota Extension. 81 p.
4. Species concepts in Cercospora: spotting the weeds among the roses / J. Z. Groenewald, C. Nakashima, J. Nishikawa // Studies in Mycology. No. 75 (1). P. 115–70.
5. Методические указания по распознаванию и учету вредителей и болезней гороха, кормовых бобов и оценке эффективности борьбы с ними / под ред. Ю. И. Власова. М. : Издательство сельскохозяйственной литературы, 1962. 18 с.
6. Методические указания по изучению устойчивости сои к грибным болезням. Ленинград : Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, 1979. 49 с.
7. Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 287 с.
8. Семкин Б. И., Куликова Л. С. Методика математического анализа списка видов насекомых в естественных и культурных биоценозах. Владивосток : Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН, 1981. 73 с.
9. Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. Paleontological statistics (version 3.26), 2014. 78 p.

10. Diaporthe from walnut tree (*Juglans regia*) in China, with insight of the Diaporthe eres complex / L. F. Xin, Ya. Qin, D. P. Jadson // Mycological Progress. 2018. Vol. 17. No. 7. P. 841–853.

11. Гомжина М. М., Ганнибал Ф. Б. Первая находка гриба *Diaporthe phaseolorum* на подсолнечнике в России // Независимые микробиологические исследования. 2018. Т. 5. № 1. С. 59–64.

12. Ручков Е. Р. Оценка экспортного потенциала сои Дальнего Востока России, основанная на фитосанитарных требованиях стран-импортеров // Защита растений от вредных организмов : материалы X междунар. науч.-практ. конф. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2021. С. 312–314.

References

1. Sinegovsky M. O., Kuzmin A. A. Sostoyanie, perspektivy i fitosanitarnye riski proizvodstva soi [State, prospects and phytosanitary risks of soybean production]. *Zashchita i karantin rastenij – Plant Protection and Quarantine*, 2020; 10: 7–12 (in Russ.).

2. Dega L. A. *Bolezni i vrediteli soi na Dal'nem Vostoke [Diseases and pests of soybeans in the Far East]*, Vladivostok, Dal'nauka, 2012, 97 p (in Russ.).

3. Bennett J. M., Rhetoric E., Hicks D. R., Naeve S. L., Bennett N. B. The Minnesota Soybean Field Book, St. Paul, University of Minnesota Extension, 81 p.

4. Groenewald J. Z., Nakashima C., Nishikawa J., Shin H. D., Park J. H., Jama A. N. [et al.]. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. *Studies in Mycology*, 2013; 75 (1): 115–70.

5. Vlasov Yu. I. (Eds.). *Metodicheskie ukazaniya po raspoznavaniyu i uchetu vreditel'ej i boleznej goroha, kormovyh bobov i ocenke effektivnosti bor'by s nimi [Guidelines for the recognition and accounting of pests and diseases of peas, broad beans and the evaluation of the effectiveness of their control]*, Moskva, Izdatel'stvo sel'skohozyajstvennoj literatury, 1962, 18 p. (in Russ.).

6. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu ustojchivosti soi k gribnym boleznyam [Guidelines for the study of soybean resistance to fungal diseases]*, Leningrad, Vserossijskij institut geneticheskikh resursov rastenij imeni N. I. Vavilova, 1979, 49 p. (in Russ.).

7. Pesenko Yu. A. *Principy i metody kolichestvennoy analiza v faunisticheskikh issledovaniyah [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic research]*, Moskva, Nauka, 1982, 287 p (in Russ.).

8. Semkin B. I. Kulikova L. S. *Metodika matematicheskogo analiza spiska vidov nasekomyh v estestvennyh i kul'turnyh biocenozah [Methods of mathematical analysis of the list of insect species in natural and cultural biocenoses]*, Vladivostok, Tihookeanskij institut geografii Dal'nevostochnogo otdeleniya RAN, 1981, 73 p (in Russ.).

9. Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. *Paleontological statistics (version 3.26)*, 2014, 78 p.

10. Xin L. F., Qin Ya., Jadson D. P., Bezerra L. V. A., Cheng M. T. Diaporthe from walnut tree (*Juglans regia*) in China, with insight of the Diaporthe eres complex. *Mycological Progress*, 2018; 17; 7: 841–853.

11. Gomzhina M. M., Gannibal F. B. Pervaya nahodka griba *Diaporthe phaseolorum* na podsolnechnike v Rossii [The first finding of the fungus *Diaporthe phaseolorum* on sunflowers in Russia]. *Nezavisimye mikrobiologicheskie issledovaniya – Independent microbiological research*, 2018; 5 (1): 59–64 (in Russ.).

12. Ruchkov E. R. Ocenka eksportnogo potenciala soi Dal'nego Vostoka Rossii, osnovannaya na fitosanitarnyh trebovaniyah stranimporterov [Assessment of the export potential of soybeans in the Russian Far East, based on the phytosanitary requirements of importing countries]. Proceedings from Plant protection from pests: *X Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – X International Scientific and Practical Conference*. (PP. 312–314), Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2021, (in Russ.).

© Кузьмин А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 11.04.2023; одобрена после рецензирования 10.05.2023; принята к публикации 19.05.2023.

The article was submitted 11.04.2023; approved after reviewing 10.05.2023; accepted for publication 19.05.2023.

Информация об авторе

Кузьмин Александр Александрович, старший научный сотрудник группы защиты растений лаборатории земледелия, агрохимии и защиты растений, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID 0000-0003-2228-2451, kaa@yandex.ru

Information about author

Alexander A. Kuzmin, Senior Researcher of the Plant Protection Group of the Laboratory of Agriculture, Agrochemistry and Plant Protection, All-Russian Research Institute of Soybean, ORCID 0000-0003-2228-2451, kaa@yandex.ru

Научная статья

УДК 633.15:631.559(571.620)

EDN YVUBJA

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_45

Влияние условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность зерна кукурузы в условиях Хабаровского края

Анастасия Алексеевна Лукашина

Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Хабаровский край, Восточное, Россия, belokop.2011@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты трехфакторного опыта на посевах кукурузы местной селекции Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибридах иностранной селекции Молдавский 215 СВ, Р 7515, Р 8521, Р 7460, на различных фонах минерального питания и двух сроках сева в условиях Хабаровского края. Исследования проведены в период 2021–2022 гг. на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва испытываемого опытного участка – лугово-бурая тяжело-суглинистая. Опыт был заложен в четырехкратной повторности. В среднем вегетационный период длился примерно 108 дней. Наибольшая урожайность зерна (до 125,3 ц/га) была отмечена на фонах минерального питания № 2 ($N_{110}P_{110}K_{90}$) и № 3 ($N_{130}P_{130}K_{90}$). Повышенная доза минеральных удобрений на фоне № 3 привела к замедлению наступления всех фаз развития кукурузы в среднем на 3–5 дней в отличие от растений на фоне № 2 и № 1 ($N_{90}P_{90}K_{90}$). В условиях Хабаровского края полная спелость зерна наступила в начале первой декады сентября у сортов селекции Дальневосточного НИИ сельского хозяйства Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибрида Молдавский 215 СВ, тогда как гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 в этот период достигли только восковой спелости. Было отмечено, что наибольшее влияние на показатели урожайности и на морфобиологические особенности оказывали сортовые особенности (69,98 %) и доза минеральных удобрений (5,2 %), чем сроки сева (1,38%). Для внедрения в производство в Хабаровском крае можно рекомендовать новые сорта местной селекции Алитет 2 и Гуран 2.

Ключевые слова: кукуруза, сорт, гибрид, урожайность, удобрения, срок сева

Для цитирования: Лукашина А. А. Влияние условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность зерна кукурузы в условиях Хабаровского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С.45–56. doi: 10.22450/19996837_2023_2_45.

Original article

Effect of growing conditions corn morphobiological features and yield in Khabarovsk region

Anastasia A. Lukashina

Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk krai, Vostochnoe, Russia
belokop.2011@mail.ru

Abstract. The article presents the results of three-factor experiment on corn crops of local selection Birsu, Alitet 2, Guran 2 and hybrids of foreign selection Moldavskiy 215 SV, P 7515, P 8521 and P 7460, on different mineral nutrition backgrounds and two sowing dates in the conditions of Khabarovsk krai. The studies were carried out in 2021–2022 on the experimental field of the Far Eastern Agricultural Research Institute. The soil of the experimental section was meadow-brown, heavy loamy soil. The experiment was prepared in fourfold repetition. On average, the growing season lasted approximately 108 days. The highest grain yield, up to 125.3 c/ha was noted on the mineral nutrition background No.2 ($N_{110}P_{110}K_{90}$) and No.3 ($N_{130}P_{130}K_{90}$). Increased dose of mineral fertilizers on background No.3 led to a slowdown in the onset of all phases of corn

development by an average of 3–5 days in comparison to plants on backgrounds No.2 and No.1 ($N_{90}P_{90}K_{90}$). In the conditions of Khabarovsk krai, the full ripeness of grain occurred at the beginning of the first ten days of September in the varieties of selection of the Far Eastern Agricultural Research Institute – Birsu, Alitet 2, Guran 2 and hybrid Moldavsky 215SV, while hybrids P 7515, P 8521 and P 7460 reached only wax ripeness during this period. It was noted that the greatest influence on yield indicators and morphobiological characteristics had varietal characteristics (69.98 %) and the dose of mineral fertilizers (5.2 %), rather than sowing time (1.38 %). New varieties of local selection Alitet 2 and Guran 2 can be recommended for introduction into production in Khabarovsk krai.

Keywords: corn, variety, hybrid, yield, fertilizers, sowing period

For citation: Lukashina A. A. Vliyanie uslovij vyrashhivaniya na morfobiologicheskie osobennosti i urozhajnost' zerna kukuruzy v uslovijah Habarovskogo kraja [Effect of growing conditions corn morphobiological features and yield in Khabarovsk region]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 2: 45–56 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_45.

Введение. Поскольку кукуруза (*Zea mays* L.) является широко распространенной возделываемой культурой из семейства злаков или мятликовых (*Gramineae* или *Poaceae*), в Российской Федерации и во всем мире она используется как основная кормовая культура в сельском хозяйстве. Ее зерно отлично подходит для изготовления различных продуктов производства как для сельского хозяйства, так и для питания человека. В кукурузном зерне содержится много питательных веществ (аминокислоты, жиры и углеводы), микро- и макроэлементов; химический состав ее зеленой массы идеален для создания законсервированных кормов – силоса, сенажа и плющенного зерна [1, 2, 3, 4, 5].

По данным Росстата, в течение последних 20 лет наблюдается тенденция к сокращению поголовья сельскохозяйственных животных из-за недостаточного обеспечения качественными и сбалансированными кормами сельскохозяйственных предприятий. В результате, ухудшается обеспеченность населения местными продуктами животноводства: мясной и молочной продукцией, яйцом и другими продуктами питания.

Процесс производства кормов в Хабаровском крае можно попробовать улучшить при помощи увеличения урожайности и площади пашни под кормовые культуры. Они должны занимать 30–35 % от всей посевной площади, в том числе кукуруза – 13–17 %.

В Хабаровском крае общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 665,5 тыс. гектаров (0,8 % от всего земель-

ного фонда). В 2018 г. Правительством края была разработана стратегия социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 г., где основным приоритетом в развитии сельского хозяйства является повышение урожайности кормовых культур, в том числе кукурузы, как за счет внесения минеральных удобрений, так и улучшения технологий, которые ориентированы на использование биологических методов земледелия и растениеводства (сидеральные посевы, рациональные севообороты, посевы многолетних и однолетних бобовых трав и бобово-злаковых смесей и др.), что способствует сохранению почвенного плодородия.

Биологические меры улучшения почвы должны дополняться мелиорацией, в том числе проведением работ в области известкования кислых почв. Согласно постановлению Правительства Хабаровского края от 13.06.2018 № 215-пр «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 года», уделяется большое внимание созданию высокоурожайных и устойчивых к экстремальным условиям среды дальневосточного региона сортам и гибридам кормовых культур.

Кукуруза, как и большинство сельскохозяйственных культур, реагирует на внесение удобрений, повышая урожайность. Поскольку Российская Федерация отличается от других государств огромным разнообразием агроклиматических зон, то для каждого региона имеется своя система ее возделывания, которую необходимо совершенствовать в зависимости от целей [6, 7, 8].

Для расширения и улучшения кормовой базы для сельскохозяйственных животных кукуруза подходит наилучшим образом, так как в производстве можно заготавливать все части растения на силос, сенаж, зеленый корм и на зерно, производство комбикормов. Кукурузный силос достаточно хорошо поедается животными; при соблюдении технологии заготовки может храниться на протяжении всего стойлового периода без потери качественных показателей; является наиболее популярным среди объемистых кормов. По данным многих ученых и производителей, в суммарном объеме при заготовке силосных кормов кукуруза должна занимать 50–60 % от всего их объема. Кукуруза незаменима в зимних рационах, поскольку качественный кукурузный силос по биологической ценности и питательности не уступает свежему корму из зеленой травы. Например, при производстве молока коровам необходимо около 20 кг силоса в сутки на голову, а при откорме – более 30 кг. Стоит учесть тот факт, что при заготовке кормов нужно ориентироваться не только на генетические особенности культур, но и на технологии их выращивания в определенных условиях среды [9, 10].

В современных экономических условиях необходима разработка методов, которые способствуют повышению урожайности кормовых культур, в первую очередь кукурузы, поскольку она является важным элементом сельскохозяйственного производства в регионе.

Целью работы явилось исследование влияния условий выращивания на морфобиологические особенности и урожайность кукурузы в условиях Хабаровского края. В связи с целью были поставлены и решены следующие задачи:

1) выявить наиболее подходящий фон минерального питания и сроков сева для выращивания кукурузы в экстремальных климатических условиях Хабаровского края;

2) оценить урожайность зерна и зеленой массы кукурузы различных сортов отечественной и гибридов зарубежной селекции;

3) оценить морфобиологические особенности растений в зависимости от сроков сева и сортовых особенностей;

4) определить степень влияния факторов на урожайность и фенотипические особенности растений отечественной и зарубежной селекции на трех фонах минерального питания и двух сроках сева;

5) изучить особенности вегетации растений в условиях Хабаровского края.

Материал и методы исследования. Исследования проведены в период 2021–2022 гг. на опытном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Предшественником являлась соя.

Почва испытываемого опытного участка: лугово-бурая тяжело-суглинистая; кислотность солевой вытяжки пахотного слоя перед закладкой опыта 4,7; содержание гумуса (по Тюрину) – 4,7 %; содержание P_2O_5 (по Кирсанову) определялось на уровне 4,2 мг/100г почвы; содержание K_2O_5 (по Масловой) не превышало 25 мг/100г почвы.

Посев семян кукурузы был осуществлен ручными кукурузными сажалками примерно на глубину 4–5 см. Фоновая доза минеральных удобрений составила $N_{90}P_{90}K_{90}$ т/га действующего вещества. Агротехнические мероприятия были проведены по рекомендациям общепризнанной технологии в Приамурье [4].

В борьбе с сорной растительностью в 2021 г. вносили почвенный гербицид Ацетал ПРО в дозе 1,8 л/га, в 2022 г. – почвенный гербицид Дублон Голд 45 г/га + прилипатель Адьо 0,2 л/га в фазу развития кукурузы 3–6 листьев. Кукуруза возделывалась по гребне-рядовой технологии.

Агроклиматические условия вегетационного периода 2021 и 2022 гг. представлены в целом удовлетворительными (табл. 1). Весна 2021 г. характеризовалась преимущественно теплой и сухой погодой, благодаря чему почва была хорошо прогрета ко времени посева. Средняя температура мая составила 12,1 °С, а сумма осадков – 80,6 мм, что превышает многолетнюю среднегодовую норму на 0,23 °С и 8,6 мм соответственно. Летний период характеризовался повышенным температурным фоном и неравномерным распределением осадков. Дефицит осадков в июле (33 % от нормы) и повышенная температура воздуха, которая была выше на 4,3 °С от среднегодовой нормы, привели к

Таблица 1 – Погодные условия в период вегетации кукурузы (2021–2022 гг.)
Table 1 – Weather conditions during the growing season of corn (2021–2022)

Месяц	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	2021 г.	2022 г.	средняя многолетняя	2021 г.	2022 г.	средние многолетние
Апрель	5,9	5,0	4,4	38,5	56,0	45
Май	12,23	12,6	12,0	71,6	66,8	63
Июнь	18,6	18,0	17,9	104,3	74,8	85
Июль	25,7	23,2	21,4	45,4	50,0	132
Август	20,8	19,6	19,6	144,4	366,0	151
Сентябрь	15,9	14,4	13,4	67,4	109,4	86

сокращению времени цветения и ухудшению условий опыления и оплодотворения. Следствием таких негативных условий стало неполное завязывание семян. Сентябрь был теплым со средней температурой 14,9 °С; отмечался дефицит выпавших осадков 67,4 мм (73 % от нормы). Устойчивый период в сторону понижения температуры через 15 °С произошел, начиная с 12 сентября, что является пределом нормы в Хабаровском крае.

В 2022 г. май был достаточно теплым со средней температурой воздуха 12,6 °С, выпало оптимальное количество осадков (66,8 мм). Лето характеризовалось достаточной обеспеченностью теплом (температура на 0,1–1,8 °С выше нормы) и неравномерным увлажнением почвы. При недостаточном количестве осадков в июне 74,8 мм (88 % от нормы) и июле 50 мм (37,9 % от нормы) в августе наблюдался переизбыток влаги (366 мм) с превышением нормы в 2,42 раза, что привело к неудовлетворительным и нестабильным условиям для роста и развития растений кукурузы. Однако, при неравномерном распределении осадков и при комфортной температуре, условия для роста и развития растений были в целом удовлетворительными. Сентябрь выдался преимущественно теплым (15,9 °С) при достаточной обеспеченности влагой с переизбытком на 27,2 % от среднемноголетней нормы.

Метод исследования – полевой опыт (табл. 2). Был поставлен трехфакторный полевой опыт на трех сортах кукурузы местной селекции (оригинатор Дальневосточный НИИ сельского хозяйства) – Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и четырех гибридах зарубежной селекции Р 7515, Р 8521, Р 7460, Молдавский 215 СВ в четырехкратной по-

вторности. Изучено влияние дополнительного внесения минеральных удобрений (азота и фосфора) и сроков сева на урожайность зерна, на рост и развитие растений в период вегетации, на морфобиологические признаки растений.

Контролем служил сорт Бирсу, высеянный первым сроком сева, на фоновое удобрение $N_{90}P_{90}K_{90}$ (фон № 1). Дополнительно локально были внесены на каждую делянку азот и фосфор в дозе: $N_{110}P_{110}K_{90}$ (фон № 2) и $N_{130}P_{130}K_{90}$ (фон № 3).

В 2021 г. первый срок сева был произведен 22 мая, второй – 28 мая. В следующем году первый срок выполнен 16 мая, второй – 21 мая. Удобрение было внесено в виде аммофоски $NP_{K(S)} 15:15:15(10)$, аммофоса $NP 12:52$ и селитры $N 34$.

Уборка на зерно производилась в конце сентября при достижении конца вегетативного периода растений кукурузы. Учет зеленой массы выполнялся в период молочно-восковой спелости зерна кукурузы.

Результаты исследования и их обсуждение. Всходы кукурузы были отмечены через 13–14 дней после посева; третий лист – через 21 день, пятый лист появился на 30 день на всех фонах минерального питания независимо от дополнительного внесения удобрений у всех сортов и гибридов.

Появление седьмого листа отмечалось на 31 день после посева на контрольном фоне и испытуемом фоне № 2; на фоне № 3 – через 36 дней независимо от сорта или гибрида и сроков сева. На фоне минерального питания № 2 девятый лист отмечен на 36 день у местных сортов, в то время как появилась тенденция

Таблица 2 – Схема трехфакторного полевого опыта на кукурузе (2021–2022 гг.)
Table 2 – Scheme of three-factor field experience on corn (2021–2022)

Фактор А (удобрения)	Фактор В (сроки сева)	Фактор С (гибриды)	I	II	III	IV
Фон № 1 (контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	1	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
	2	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
Фон № 2 (N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀)	1	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
	2	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
Фон № 3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	1	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				
	2	Бирсу				
		Алитет 2				
		Гуран 2				
		P 7515				
		P 8521				
		P 7460				

к отставанию в сроках вегетации у гибридов иностранной селекции и всех растений на фоне № 3 на 1–2 дня, независимо от сроков сева. Полное выметывание метелки было зафиксировано у местных сортов и гибрида Молдавский 215 СВ на

фоне минерального питания № 1 и № 2 на 57–59 день, тогда как у остальных гибридов иностранной селекции эта фаза наблюдалась на 10 дней позже. На фоне минерального питания № 3 фаза полного

выметывания наступила на 2–3 дня позже, независимо от сроков сева.

Полное цветение метелки и початка было отмечено на 65–66 день у местных сортов; на 67–68 день у гибрида Молдавский 215 СВ; на 71 день у гибридов Р 7515, Р 8521 и Р 7460 на фоне № 1 и № 2. На фоне минерального питания № 3 данная фаза наступала на 2–3 дня позже, независимо от сроков сева.

Молочно-восковая спелость зерна была достигнута на 89–90 день у местных сортов и гибрида Молдавский 215 СВ; у других гибридов на 101 день на фоне № 1 и № 2; на фоне № 3 эта фаза запаздывала в среднем на три дня. Полная спелость была достигнута примерно на 108 день после сева у местных сортов и гибрида Молдавский 215 СВ на фоне минерального питания № 1 и № 2; гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 не достигли полной спелости. На фоне № 3 такая фаза также наступила на 3–5 дней позже.

При оценке морфобиологических особенностей растений было выяснено, что гибриды Р 7515, Р 8521 и Р 7460 лидировали по биометрическим показателям на всех фонах минерального питания и сроках сева. На фоне минерального питания с дополнительным внесением азота и фосфора (№ 2 и № 3) все сорта и гибриды были выше контроля. Максимальные показатели были отмечены среди гибридов зарубежной селекции у Р 7515 – 277,7 см; среди сортов отечественной селекции наилучший результат показал новый сорт Алитет 2 – 235,5 см.

По количеству початков на одном растении Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и Молдавский 215 СВ уступали гибридам Р 7515, Р 8521 и Р 7450 (табл. 3).

Высота прикрепления початка была более оптимальной для механизированной уборки урожая на фоне № 1 и № 2. Количество початков, число листов и узлов на растении варьировало в большей степени от сорта или гибрида, чем от срока сева или фона минерального питания.

Было выяснено, что на высоту растений влияние фона минерального питания (фактор А) достигало 12,61 %, сроков сева (фактор В) – 2 %, сортовых особенностей (фактора С) – 69,44 %. Взаимодействие минерального питания и сроков сева (фак-

торов А×В) влияло на 2 %, а удобрений и сортовых особенностей (факторов А×С) на 5,94 %, тогда как взаимодействие сроков сева и сортовых особенностей (фактор В×С) было минимально и составило 1,44 %. Общее влияние всех 3 факторов (А×В×С) было на уровне 2,89 %.

На количество початков распределение факторов было обусловлено следующим образом: фон минерального питания (фактор А) – 1,52 %, сроки сева (фактор В) – 0,21 %, сортовые особенности (фактор С) – 48,11 %. Двойное влияние факторов было наибольшим при сочетании фона минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) – 25,73 %; среднее значение в 8,35 % наблюдалось при взаимодействии удобрений и сроков сева (фактор А×В), тогда как взаимодействие сроков сева и сортовых особенностей было минимально (фактор В×С), составив 5,01 %. Взаимодействие всех факторов (А×В×С) было на уровне 11,07 %.

На высоту прикрепления початков наибольшее значение оказали фон минерального питания (фактор А) – 23,09 % и в большей степени сортовые особенности (фактор С) – 37,71 %, чем сроки сева (фактор В) – 4,23 %. При оценке взаимодействия факторов наименьшее значение имели сочетание сроков сева и минерального питания (фактор А×В) – всего 3,94 %, тогда как сочетание минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) составило 12,89 %, а сортовые особенности и сроки сева (фактор В×С) влияли на 8,64 %. Сочетание всех 3 факторов (А×В×С) было 9,6 %.

Число листов и число узлов зависело, в первую очередь, от сорта или гибрида (фактор С) на 74,99 %, тогда как фон минерального питания (фактор А) и сроки сева (фактор В) влияли минимально – 5,4 % и 1,89 % соответственно. Двойное влияние удобрений и сроков сева (фактор А×В) составило 7,55 %; минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) – 5,71 %; сроков сева и сортовых особенностей (фактор В×С) – 1,31 %. Общее влияние всех 3 факторов (А×В×С) было на уровне 0,3 %. При анализе взаимодействия факторов было отмечено, что действие факторов А и В, А и С, В и С носит аддитивный характер.

Таблица 3 – Морфологические показатели растений кукурузы (2021–2022 гг.)
Table 3 – Morphological indicators of corn plants (2021–2022)

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Высота растения, см	Кол-во початков, шт.	Высота прикрепления початка	Число листов, шт.	Число узлов, шт.
Фон № 1 (контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	1	Бирсу	206,4	1,1	72,5	11,3	10,3
		Алитет 2	200,7	1,1	71,8	11,3	10,3
		Гуран 2	201,2	1,0	78,4	11,6	10,6
		P 7515	231,5	1,5	95,0	13,8	12,8
		P 8521	228,0	1,1	84,8	12,8	11,8
		P 7460	233,5	1,5	99,0	12,1	11,1
		Молдавский 215 СВ	209,5	1,1	77,5	12,4	11,4
	2	Бирсу	234,5	1,2	95,5	12,2	11,2
		Алитет 2	226,5	1,3	83,0	12,1	11,1
		Гуран 2	219,0	1,0	95,0	12,5	11,5
		P 7515	253,0	1,8	100,7	14,3	13,3
		P 8521	245,5	1,7	74,0	13,7	12,7
		P 7460	248,0	1,6	103,0	13,8	12,8
		Молдавский 215 СВ	211,0	1,1	87,3	12,6	11,6
Фон № 2 (N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀)	1	Бирсу	223,5	1,2	94,9	12,3	11,3
		Алитет 2	235,5	1,6	90,0	12,8	11,8
		Гуран 2	216,0	1,3	91,0	12,3	11,3
		P 7515	259,5	1,6	112,0	14,3	13,3
		P 8521	250,5	1,5	100,3	13,5	12,5
		P 7460	244,4	1,4	94,8	13,5	12,5
		Молдавский 215 СВ	210,5	1,1	99,0	12,0	11,0
	2	Бирсу	216,0	1,1	92,4	12,1	11,1
		Алитет 2	233,5	1,3	94,6	12,1	11,1
		Гуран 2	230,0	1,2	99,3	11,9	10,9
		P 7515	246,8	1,5	92,6	13,4	12,4
		P 8521	250,5	1,5	99,4	13,6	12,6
		P 7460	243,0	1,5	106,0	13,4	12,4
		Молдавский 215 СВ	214,5	1,0	89,0	12,0	11,0
Фон № 3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	1	Бирсу	231,5	1,4	85,0	12,4	11,4
		Алитет 2	222,0	1,1	87,0	11,7	10,7
		Гуран 2	222,5	1,4	84,5	12,3	11,3
		P 7515	277,7	1,6	109,9	14,1	13,1
		P 8521	260,4	1,4	100,3	13,8	12,8
		P 7460	263,0	1,5	104,0	14,1	13,1
		Молдавский 215 СВ	216,5	1,2	95,8	12,6	11,6

Продолжение таблицы 3

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Высота растения, см	Кол-во початков, шт.	Высота прикрепления початка	Число листов, шт.	Число узлов, шт.
Фон №3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	2	Бирсу	230,9	1,5	91,2	12,8	11,8
		Алитет 2	230,9	1,2	102,1	12,3	11,3
		Гуран 2	218,7	1,3	92,0	12,8	11,8
		P 7515	264,0	1,3	113,2	14,1	13,1
		P 8521	259,7	1,5	104,8	14,0	13,0
		P 7460	255,7	1,2	110,8	13,8	12,8
		Молдавский 215 СВ	215,0	1,3	90,0	12,5	11,5
НСР _А			18,9	0,09	7,4	0,39	0,39
НСР _В			15,2	0,08	6,0	0,32	0,32
НСР _С			40,7	0,14	11,3	0,59	0,59
НСР _{А×С}			49,9	0,24	20,0	1,0	1,0
НСР _{С×В}			13,0	0,20	16,0	0,83	0,83
НСР _{А×В}			10,0	0,13	10,5	0,55	0,55
НСР _{А×В×С}			70,5	0,34	27,7	1,4	1,4

При оценке урожайности зерна при 14 % влажности и веса 1 000 зерен было отмечено, что на фоне № 2 и № 3 результат был лучше, чем на контрольном фоне (табл. 4), а при формировании урожая сроки сева при этом имели минимальное значение.

Наибольший урожай зерна 14 % стандартной влажности был получен от гибрида P 7460 на фоне минерального питания № 2 первого срока сева (100,2 ц/га) среди гибридов иностранной селекции. Однако, было также отмечено, что новые сорта Алитет 2 и Гуран 2 превысили контрольный сорт Бирсу и показали урожайность зерна 14 % стандартной влажности на уровне 75,1 ц/га и 80,9 ц/га соответственно, что является хорошим результатом в экстремальных условиях Хабаровского края.

При оценке учета массы 1 000 зерен в среднем отмечено, что все сорта отечественной селекции показали результат лучше, чем гибриды зарубежной селекции.

Влияние факторов было распределено следующим образом: на урожайность зерна стандартной 14 % влажности наи-

большее влияние оказали сортовые особенности (фактор С) – 69,98 %; влияние минерального питания (фактор А) было на уровне 5,2 %; минимальное влияние было оказано сроками сева (фактор В) – 1,38 %. Взаимодействие минерального питания и сроков сева (фактор А×В) было оказано на 2,15 %; минерального питания и сортовых особенностей (фактор А×С) на 9,8 %; а сроков сева и сортовых особенностей (фактор В×С) на 3,75 %; взаимодействие всех трех факторов (А×В×С) было на уровне 7,75 %.

Влияние факторов на массу 1 000 зерен было наибольшим у фона минерального питания (фактор А) до 40,67 % и сортовых особенностей растений (фактор С) до 32,71 %, при ничтожном влиянии срока сева (фактор В) всего лишь 0,01 %. При анализе двойного взаимодействия факторов наименьшее влияние оказали фон минерального питания и сроки сева (фактор А×В) – 0,38 %; сортовые особенности в сочетании с фоном минерального питания (фактор А×С) – 12,3 %; сроки сева и сортовые особенности (фактор В×С) повлияли на 4,99 %; сочетание всех факторов (А×В×С) оказало влияние на 8 %.

Таблица 4 – Урожайность кукурузы (2021–2022 гг.)

Table 4 – Corn yield (2021-2022)

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Урожайность зерна 14 % влажности, ц/га	Масса 1 000 зерен, г
Фон № 1 (контроль N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀)	1	Бирсу	53,7	220,0
		Алитет 2	60,2	231,0
		Гуран 2	54,8	242,5
		Р 7515	91,6	232,5
		Р 8521	76,3	212,5
		Р 7460	94,5	232,5
		Молдавский 215 СВ	43,3	192,5
	2	Бирсу	54,8	220,0
		Алитет 2	53,0	230,0
		Гуран 2	54,0	240,0
		Р 7515	84,9	195,0
		Р 8521	93,2	237,5
		Р 7460	89,0	217,5
		Молдавский 215 СВ	48,2	197,5
Фон № 2 (N ₁₁₀ P ₁₁₀ K ₉₀)	1	Бирсу	53,9	243,0
		Алитет 2	68,6	242,5
		Гуран 2	65,8	237,5
		Р 7515	87,5	235,0
		Р 8521	78,2	255,0
		Р 7460	99,4	235,0
		Молдавский 215 СВ	46,8	242,5
	2	Бирсу	67,7	255,0
		Алитет 2	75,1	255,0
		Гуран 2	80,9	240,0
		Р 7515	96,6	237,5
		Р 8521	84,0	252,5
		Р 7460	100,2	245,0
		Молдавский 215 СВ	46,5	215,0
Фон № 3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	1	Бирсу	50,3	260,0
		Алитет 2	66,4	250,0
		Гуран 2	74,4	245,0
		Р 7515	98,3	267,5
		Р 8521	93,3	260,0
		Р 7460	97,6	245,0
		Молдавский 215 СВ	49,8	217,5

Продолжение таблицы 4

Фон минерального питания (фактор А)	Срок сева (фактор В)	Название сорта, гибрида (фактор С)	Урожайность зерна 14 % влажности, ц/га	Масса 1 000 зерен, г
Фон №3 (N ₁₃₀ P ₁₃₀ K ₉₀)	2	Бирсу	55,0	262,5
		Алитет 2	64,0	252,5
		Гуран 2	64,0	260,0
		P 7515	89,2	252,5
		P 8521	82,7	255,0
		P 7460	87,0	260,0
		Молдавский 215 СВ	55,1	210,0
НСР _А			6,4	18,1
НСР _В			5,2	14,7
НСР _С			9,7	27,6
НСР _{А×С}			47,8	47,8
НСР _{С×В}			13,9	39,0
НСР _{А×В}			9,0	25,5
НСР _{А×В×С}			23,9	67,5

Выводы. Таким образом, установлено, что фазы развития растений наступали на 3–5 дней позже на фоне минерального питания № 3 (N₉₀P₉₀K₉₀) по сравнению с фонами № 1 (N₉₀P₉₀K₉₀) и № 2 (N₁₁₀P₁₁₀K₉₀). Сроки сева никак не повлияли на время наступления критических фаз развития растений кукурузы. В экстремальных условиях Хабаровского края сорта Бирсу, Алитет 2, Гуран 2 и гибрид Молдавский 215 СВ вызревали до полной спелости, тогда как гибриды P 7515, P 8521 и P 7460 достигли лишь восковой спелости.

При оценке урожайности зерна стандартной 14 % влажности было выяснено, что дополнительное внесение азота и фосфора (N₁₁₀P₁₁₀K₉₀ и N₁₃₀P₁₃₀K₉₀) повышает показатель до 100 ц/га среди гибридов

иностранной селекции (P 7460) и среди местных сортов до 80,9 ц/га (Гуран 2).

Наибольшее влияние на морфобиологические показатели оказали сортовые особенности растений кукурузы – от 37,71 до 74,99 %.

Для Хабаровского края наиболее оптимальными для выращивания в кормовых целях являются новые сорта местной селекции Алитет 2 и Гуран 2, которые вызревают до полной спелости, дают хороший урожай зеленой массы и зерна стандартной 14 % влажности. Их можно рекомендовать для внедрения при дальнейшем использовании в крае для выращивания как на зеленый корм, так и для заготовки силоса сельскохозяйственным животным.

Список источников

1. Семькин В. А., Пигорев И. Я., Оксененко И. А. Возделывание кукурузы на зерно без гербицидов // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 4. С. 44.
2. Производство грубых кормов / под ред. Д. Шпаара. Торжок : Вариант, 2002. 360 с.
3. Сабирова Т. П., Сабиров Р. А. Формирование продуктивности кукурузы в зависимости от удобрений и биопрепаратов // Ресурсосберегающие технологии в земледелии : материалы III междунар. науч.-практ. конф. Ярославль : Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. С.89–97.

4. Зубрев А. И. Интенсивная технология возделывания кукурузы в Хабаровском крае : методологические рекомендации. Новосибирск : Сибирское отделение Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени Ленина, 1990. 72 с.
5. Коломейченко В. В. Кормопроизводство : учебник. СПб. : Лань, 2015. 656 с.
6. Целуйко О. А., Медведева В. И. Зависимость массы 1 000 зерен сельскохозяйственных культур от удобрений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 58–60.
7. Эффективное применение минеральных удобрений компании «Фосагро-регион» в агроценозах кукурузы на серых лесных почвах Брянской области / В. В. Мамеев, О. А. Нестеренко, А. В. Дронов [и др.] // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2 (90). С. 14–21.
8. Невзоров А. И., Невзоров М. А. Действие различных доз и способов внесения минеральных удобрений на урожайность кукурузы на силос // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2. С. 416.
9. Evaluation of maize accessions for nutrients composition, forage and silage yields / J. T. Amodu, T. T. Akpensuen, D. D. Dung [et al.] // Journal of Agricultural Science. 2014. Vol. 6. No. 4. P. 178–187.
10. Optimization of agrotechnical terms of harvesting of crops, design and operating parameters of crop-harvesting machines under conditions of the Amur region Russian / I. Bumbar, O. Shchegorets, V. Sinigovskaya [et al.] // Federation Plant Archives Journal. 2018 Vol. 18 (2). P. 2567–2572.

References

1. Semykin V. A., Pigorev I. Ya., Oksenenko I. A. Vozdelyvanie kukuruzy na zerno bez gerbicidov [Cultivation of corn for grain without herbicides]. *Sovremennye Naukoemkie Tekhnologii. – Modern High Technologies*, 2008; 4: 44 (in Russ.).
2. Shpaar D. (Eds.). *Proizvodstvo grubyyh kormov [Production of roughage]*, Torzhok, Variant, 2002, 360 p. (in Russ.).
3. Sabirova T. P., Sabirov R. A. Formirovanie produktivnosti kukuruzy v zavisimosti ot udobreniy i biopreparatov [Formation of corn productivity depending on fertilizers and biological products]. Proceedings from Resource-saving technologies in agriculture: *III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – III International Scientific and Practical Conference*. (PP. 89–97), Yaroslavl, Yaroslavskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2018 (in Russ.).
4. Zubrev A. I. *Intensivnaya tehnologiya vozdeleyvaniya kukuruzy v Habarovskom krae: metodologicheskie rekomendacii [Intensive technology of corn cultivation in the Khabarovsk krai: methodological recommendations]*, Novosibirsk, Sibirskoe otdelenie Vsesoyuznoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauki imeni Lenina, 1990, 72 p. (in Russ.).
5. Kolomeychenko V. V. *Kormoproizvodstvo: uchebnik [Feed production: textbook]*, Sankt-Peterburg, Lan, 2015, 656 p. (in Russ.).
6. Celujko O. A., Medvedeva V. I. Zavisimost' massy 1 000 zyoren sel'skohozyajstvennyh kul'tur ot udobrenij [Dependence of the mass of 1 000 grains of agricultural crops on fertilizers]. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. – Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, 2015; 3 (53): 58–60 (in Russ.).
7. Mameev V. V., Nesterenko O. A., Dronov A. V., Torikov V. E., Petrova S. N. Effektivnoe primeneniye mineral'nyh udobreniy kompanii "Fosagro-region" v agrocenozah kukuruzy na seryh lesnyh pochvah Bryanskoj oblasti [Efficient use of mineral fertilizers by "Phosagro-region" in corn agrocenoses on gray forest soils of the Bryansk region]. *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2022; 2 (90): 14–21. (in Russ.).
8. Nevzorov A. I., Nevzorov M. A. Dejstvie razlichnyh doz i sposobov vneseniya mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' kukuruzy na silos [The effect of various doses and methods of applying

mineral fertilizers on the yield of corn for silage]. *Nauka i Obrazovanie. – Science and Education*, 2021; 4; 2: 416 (in Russ.).

9. Amodu J. T., Akpensuen T. T., Dung D. D., Tanko1 R. J., Musa A., Abubakar S. A. [et al.]. Evaluation of maize accessions for nutrients composition, forage and silage yields. *Journal of Agricultural Science*, 2014; 6; 4: 178–187.

10. Bumbar I. V., Shchegorets O. V., Sinigovskaya V. T., Epifantsev V. V., Kuznetsov E. E., Kuvshinov A. A. [et al.]. Optimization of agrotechnical terms of harvesting of crops, design and operating parameters of crop-harvesting machines under conditions of the Amur region Russian Federation Plant Archives Journal, 2018; 18 (2): 2567–2572.

© Лукашина А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 26.04.2023; одобрена после рецензирования 19.05.2023; принята к публикации 26.05.2023.

The article was submitted 26.04.2023; approved after reviewing 19.05.2023; accepted for publication 26.05.2023.

Информация об авторе

Лукашина Анастасия Алексеевна, научный сотрудник лаборатории селекции и биотехнологии зернобобовых культур и сои, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, ORCID 0000-0002-4104-9498, belokop.2011@mail.ru

Information about author

Anastasia A. Lukashina, Researcher of the Laboratory of Breeding and Biotechnology of Leguminous Crops and Soybeans, Far Eastern Agricultural Research Institute, ORCID 0000-0002-4104-9498, belokop.2011@mail.ru

Научная статья

УДК 635.655:635-153

EDN WVXBZO

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_57

Посевные качества семян сои в зависимости от места их образования на растении

Татьяна Владимировна Минькач¹, Андрей Игоревич Конюшков²,
Ольга Викторовна Щегорец³

^{1,2,3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ minkach@mail.ru

Аннотация. С целью получения высококачественного семенного материала изучение матрицальной разнокачественности семян становится особенно актуальным, тем более что соя в этом отношении изучена недостаточно, а изучение разнокачественности семян кормовых сортов в условиях Приамурья практически не проводилось. Целью исследования явилось изучение влияния матрицальной разнокачественности на посевные качества семян сои. В статье представлены результаты исследования посевных качеств семян в зависимости от места их формирования на растении сои кормового направления. Установлено, что в зависимости от сорта и сортообразцов сильные проростки можно получить из семян, которые сформировались в верхнем, нижнем и среднем ярусах растений сои. Выявленные особенности рекомендовано учитывать при подготовке семенного материала.

Ключевые слова: соя, матрицальная разнокачественность, место формирования семян

Для цитирования: Минькач Т. В., Конюшков А. И., Щегорец О. В. Посевные качества семян сои в зависимости от места их образования на растении // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 57–62. doi: 10.22450/19996837_2023_2_57.

Original article

Sowing qualities of soybean seeds depending on the place of their formation on the plant

Tatyana V. Minkach¹, Andrey I. Konyushkov²,
Olga V. Shchegorets³

^{1,2,3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ minkach@mail.ru

Abstract. In order to obtain high-quality seed material, the study of the matrix diversity of seeds becomes especially relevant, especially since soybeans have not been studied enough in this regard, and the study of the diversity of seeds of fodder varieties in the conditions of the Amur region has practically not been carried out. The aim of the study was to study the effect of matrix diversity on the sowing quality of soybean seeds. The article presents the results of a study of the sowing qualities of seeds, depending on the place of their formation on a fodder soybean plant. It has been established that, depending on the variety and variety samples, strong seedlings can be obtained from seeds that have formed in the upper, lower and middle tiers of soybean plants. The identified features are recommended to be taken into account when preparing seed material.

Keywords: soybean, matrix heterogeneity, place of seed formation

For citation: Minkach T. V., Konyushkov A. I., Shchegorets O. V. Posevnyye kachestva se-myan soi v zavisimosti ot mesta ikh obrazovaniya na rastenii [Sowing qualities of soybean seeds depending on the place of their formation on the plant]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 2: 57–62 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_57.

Введение. Явление неоднородности (разнокачественности) семян и плодов является одной из важнейших проблем семеноводства, семеноведения и репродуктивной биологии в целом, имеющее как теоретическое, так и практическое значения. Особняком стоят материнские факторы, вызывающие матрикальную разнокачественность. Это целый комплекс морфологических и генеративных признаков, характеризующих строение материнского растения, на котором развиваются семена. Специфика материнских факторов заключается в том, что они, с одной стороны, генетически обусловлены (являются следствием наследственных факторов), а, с другой стороны, теснейшим образом связаны с внешними экологическими и агротехническими факторами, поскольку каждый метамерный элемент развивается в разных временных условиях, а, следовательно, изменяющейся температуры, влажности, инсоляции и т. д. [1].

Семена, сформировавшиеся на одном растении, отличаются по морфологическим, физиологическим и биологическим признакам. У зернобобовых культур периоды цветения и, соответственно, формирования семян сильно затягиваются, и, как следствие, в пределах растения формируются разнокачественные семена [2].

В связи с этим, **целью исследования** явилось изучение влияния матрикальной разнокачественности на посевные качества семян сои.

Материал и методика исследований. Для изучения матрикальной разнокачественности в питомнике конкурсного испытания в 2018 г. (с. Грибское, опытное поле Дальневосточного государственного аграрного университета) отбирали по 25 растений с каждой делянки опыта в фазу полной спелости. Предварительно отобранные растения делили на три равные части: нижнюю, среднюю и верхнюю.

В лабораторных условиях, с учетом требований действующих государственных стандартов, определяли биометрические показатели, массу одной тысячи семян, лабораторную всхожесть, энергию прорастания, степень развития проростков.

Лабораторную всхожесть определяли согласно требований ГОСТ 12038–84 «Семена сельскохозяйственных культур.

Методы определения всхожести», при условии проращивания семян сои в рулонах фильтровальной бумаги (Р) [3]. День закладки семян на проращивание и день подсчета энергии прорастания или лабораторной всхожести считали за одни сутки.

Степень развития проростков сои (сила роста) устанавливалась морфофизиологическим методом по степени их развития при проращивании в лабораторных условиях (метод Б. С. Лихачева (1977)) [4]. Повторность трехкратная. Сущность данного метода заключается в выявлении и классификации индивидуальных различий в формировании существенных структур проростков. При этом учитывается размер ростка, его целостность, количество и размеры зародышевых корней, патогенная аномалия.

Индексом силы роста служили регистрируемые линейные размеры и степень развития проростков (табл. 1).

Для последующей оценки матрикальной разнокачественности семян изучаемых сортообразцов в 2019–2021 гг. были высеяны семена, отобранные с разных ярусов. За контроль взяли общий ворох семян, со всего растения, не разделенный на ярусы.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследований семян с разных ярусов показали, что они различаются по всхожести и силе роста. Лабораторная всхожесть по ярусам образования у сорта Грибская кормовая в среднем за три года варьировала от 86 до 97 % (табл. 2). Самой высокой всхожестью при посеве семян нижнего и среднего ярусов характеризовались семена, сформированные в нижней части растения. При посеве семян верхнего яруса высокой лабораторной всхожестью характеризовались семена общего вороха.

Сила роста семян – это совокупность свойств, которые дают возможность при прорастании в субоптимальных условиях защищаться и противостоять неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам [5]. Сила роста характеризуется степенью развития проростков: сильными и слабыми проростками.

Оценка силы роста исследуемых образцов показала, что максимальной силой

Таблица 1 – Критерии оценки проростков сои по степени их развития

Table 1 – Criteria for evaluating soybean seedlings according to the degree of their development

Сильные проростки			Слабые проростки	
балл 5	балл 4	балл 3	балл 2	балл 1
главный зародышевый корешок более 3 см; имеются боковые корешки; гипокотиль более 2 см	росток и главный зародышевый корешок хорошо развиты; длина зародышевого корешка не менее 3 см, но боковые корешки отсутствуют	главный зародышевый корешок не менее 3 см; гипокотиль не менее 1 см	росток отсутствует; длина зародышевого корешка не менее 2 см	длина зародышевого корешка не менее длины (диаметра) семени

Таблица 2 – Ярусная изменчивость лабораторной всхожести и силы роста семян сои сорта Грибская кормовая, 2019–2021 гг.

Table 2 – Longline variability of laboratory germination and seed growth force of soybean variety Gribskaya kormovaya, 2019–2021

Вариант	Ярус растения	Всхожесть, %	Степень развития проростков, %	
			сильные	слабые
Семена всего растения		93	89	4
Семена нижнего яруса	общий ворох	92	90	2
	нижний	96	95	1
	средний	88	84	4
	верхний	94	93	1
Семена среднего яруса	общий ворох	92	89	3
	нижний	97	93	4
	средний	86	84	2
	верхний	94	88	6
Семена верхнего яруса	общий ворох	95	89	6
	нижний	92	86	6
	средний	91	89	2
	верхний	92	93	1

роста характеризовались семена нижнего яруса, полученные при посеве семян нижнего (95 %) и среднего ярусов (93 %). У семян, высеянных из верхнего яруса, более сильные проростки отмечены в верхнем ярусе.

Лабораторная всхожесть сортообразца 1782/10 варьировала от 86 до 95 % (табл. 3). Установлено, что при посеве семенами нижнего яруса более высокой лабораторной всхожестью обладали семена среднего яруса, превысившие контроль по этому

показателю на 3 %. При посеве семенами среднего и верхнего ярусов наибольшей лабораторной всхожестью обладали семена нижнего яруса, при этом у семян со среднего яруса всхожесть была на уровне контроля, а у семян с верхнего она уступала на 1 %.

По степени развития проростков наблюдалась аналогичная ситуация, но при посеве семенами нижнего и среднего ярусов процент сильных проростков был на уровне или чуть ниже контрольного вари-

Таблица 3 – Ярусная изменчивость лабораторной всхожести и силы роста семян сои сортообразца 1782/10, 2019–2021 гг.

Table 3 – Longline variability of laboratory germination and seed growth vigor of soybean variety 1782/10, 2019–2021

Вариант	Ярус растения	Всхожесть, %	Степень развития проростков, %	
			сильные	слабые
Семена всего растения		92	87	5
Семена нижнего яруса	общий ворох	92	86	6
	нижний	93	87	6
	средний	95	87	8
	верхний	92	86	5
Семена среднего яруса	общий ворох	89	82	7
	нижний	92	86	6
	средний	89	83	6
	верхний	87	80	7
Семена верхнего яруса	общий ворох	88	85	3
	нижний	91	90	1
	средний	88	85	3
	верхний	86	82	4

Таблица 4 – Ярусная изменчивость лабораторной всхожести и силы роста семян сои сортообразца 1782/5, 2019–2021 гг.

Table 4 – Longline variability of laboratory germination and seed growth vigor of soybean variety 1782/5, 2019–2021

Вариант	Ярус растения	Всхожесть, %	Степень развития проростков, %	
			сильные	слабые
Семена всего растения		91	88	3
Семена нижнего яруса	общий ворох	90	88	2
	нижний	91	89	2
	средний	92	89	3
	верхний	91	88	3
Семена среднего яруса	общий ворох	91	89	2
	нижний	89	87	2
	средний	88	87	1
	верхний	87	85	2
Семена верхнего яруса	общий ворох	85	83	2
	нижний	87	81	6
	средний	88	83	5
	верхний	87	85	2

анта, а при посеве семенами верхнего яруса превысил контроль на 3 %.

Лабораторная всхожесть сортообразца 1782/5 в среднем за три года варьировала от 85 до 92 % (табл. 4). Отмечено, что при посеве семенами нижнего и верхнего ярусов более высокой всхожестью обладали семена среднего яруса, причем при посеве семенами нижнего яруса данный показатель превысил контроль на 1 %, а при посеве семенами верхнего яруса уступил контрольному варианту на 3 %. При посеве семенами среднего яруса более высокий показатель лабораторной всхожести отмечен в общем ворохе. Независимо от варианта, семена верхнего яруса характеризовались наименьшей всхожестью и в зависимости от варианта уступали контролю на 3–6 %.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования позволили выявить следующие закономерности. В зависимости от сортообразца наибольшей лабораторной всхожестью обладали семена разных ярусов.

Так, у сорта Грибская кормовая это были семена нижнего яруса и общего вороха, у сортообразца 1782/10 – семена среднего и нижнего ярусов, у сортообразца 1782/5 – семена среднего яруса и общего вороха.

Знания о причинах и закономерностях матрикальной разнокачественности семян могут быть использованы для повышения продуктивности и оптимизации в семеноводстве в процессе выращивания.

Список источников

1. Алексейчук Г. Н. Сила роста семян зерновых культур и ее оценка методом ускоренного старения. М. : Право и экономика, 2009. 44 с.
2. Бухаров А. Ф. Разнокачественность семян: теория и практика (обзор) // Овощи России. 2020. № 2. С. 23–31.
3. Елисеева Л. В., Каюкова О. В. К вопросу изучения матрикальной разнокачественности семян зерновых бобовых культур // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2 (2). С. 21–25.
4. Лихачев Б. С. Морфологическая оценка проростков и сила роста семян // Селекция и семеноводство. 1977. № 3. С. 67–68.
5. Семена сельскохозяйственных культур: методы анализа. М. : Издательство стандартов, 2004. 550 с.

References

1. Alekseychuk G. N. *Sila rosta semyan zernovykh kul'tur i ee otsenka metodom uskorennoy stareniya [Growth strength of seeds of grain crops and its evaluation by the method of accelerated aging]*, Moskva, Pravo i ekonomika, 2009. 44 p. (in Russ.).
2. Bukharov A. F. *Raznokachestvennost' semyan: teoriya i praktika (obzor) [Diversity of seeds: theory and practice (review)]*. *Ovoshchi Rossii. – Vegetable Crops of Russia*, 2020; 2: 23–31 (in Russ.).
3. Eliseeva L. V., Kayukova O. V. *K voprosu izucheniya matrikal'noi raznokachestvennosti semyan zernovykh bobovykh kul'tur [On the issue of studying the matrical heterogeneity of seeds of grain legumes]*. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii. – Bulletin of the Chuvash State Agrarian University*, 2017; 2 (2): 21–25 (in Russ.).
4. Likhachev B. S. *Morfologicheskaya otsenka prorostkov i sila rosta semyan [Morphophysiological assessment of seedlings and seed growth force]*. *Selektsiya i semenovodstvo. – Breeding and Seed Production*, 1977; 3: 67–68. (in Russ.).
5. *Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: metody analiza [Seeds of agricultural crops: methods of analysis]*, Moskva, Izdatel'stvo standartov, 2004. 550 p. (in Russ.).

© Минькач Т. В., Конюшков А. И., Щегорев О. В., 2023

Дата поступления 11.05.2023; одобрена после рецензирования 09.06.2023; принята к публикации 13.06.2023.

The article was submitted 11.05.2023; approved after reviewing 09.06.2023; accepted for publication 13.06.2023.

Информация об авторах

Минькач Татьяна Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, minkach@mail.ru;

Конюшков Андрей Игоревич, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет;

Щегорец Ольга Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет

Information about the authors

Tatyana V. Minkach, Candidate of Agricultural Sciences, Far Eastern State Agrarian University, minkach@mail.ru;

Andrey I. Konyushkov, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University;

Olga V. Shchegorets, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

ANIMAL BREEDING AND VETERINARY

Научная статья

УДК 619:616.99:599.742.2(571.61)

EDN VRNCAQ

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_63

**Гельминтозы медведей, содержащихся в неволе
(на примере г. Благовещенска Амурской области)****Ольга Владимировна Дёмкина¹, Олеся Валерьевна Груздова²,
Алена Владимировна Корнилова³, Владимир Сергеевич Толмачёв⁴**^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ demkina-olsen@mail.ru, ² gruzdova76@mail.ru,³ kornilovaalena81@yandex.ru, ⁴ vovantol2012@mail.ru

Аннотация. Проведено изучение гельминтофауны медведей, содержащихся в условиях неволи на территории города Благовещенска Амурской области. Всего обследовано пять животных различного возраста. Исследования проводились осенью, перед зимней спячкой, а также весной следующего года после пробуждения медведей. Фекалии медведей исследовали на наличие яиц нематод, цестод, трематод и ооцист простейших комбинированным методом. Данный метод включает в себя флотацию с использованием раствора нитрита натрия плотностью 1,32 и седиментацию. Обнаружены яйца нематод *Uncinaria skrjabini* и *Toxascaris transfuga*. Яиц трематод, цестод и ооцист простейших не найдено. Экстенсивность инвазии унцинариями (*U. skrjabini*) у медведей составила 100 %, с интенсивностью инвазии от 8 до 218 яиц на 1 г фекалий. Экстенсивность инвазии аскаридами (*T. transfuga*) невысокая (40 %), с интенсивностью инвазии 2 и 6 яиц. После обследования и перед входением в зимнюю спячку медведи были дегельминтизированы препаратом, содержащим фенбендазол в дозе 34 мг/кг по действующему веществу, однократно перорально. После зимней спячки, которая продолжалась около 5 месяцев, весной следующего года проведена контрольная овоскопия фекалий. У всех животных зарегистрирован унцинариоз и аскаридоз. После проведения повторной дегельминтизации препаратом, содержащим альбендазол в дозе 15 мг/кг, однократно перорально, установлено, что эффективность дегельминтизации составила 80 % при унцинариозе и 100 % при аскаридозе. Рекомендовано разработать схему лечебно-диагностических мероприятий, направленных на повышение эффективности борьбы с гельминтозами медведей.

Ключевые слова: медведи, гельминтозы, яйца гельминтов, содержание в неволе, зоонозы, экстенсивность, интенсивность, дегельминтизация, унцинарии, аскариды

Для цитирования: Дёмкина О. В., Груздова О. В., Корнилова А. В., Толмачёв В. С. Гельминтозы медведей, содержащихся в неволе (на примере г. Благовещенска Амурской области) // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 63–70. doi: 10.22450/19996837_2023_2_63.

Original article

**Helminths of the bears held in captivity
(on the example of Blagoveshchensk, Amur region)****Olga V. Demkina¹, Olesya V. Gruzdova²,
Alena V. Kornilova³, Vladimir S. Tolmachev⁴**^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ demkina-olsen@mail.ru, ² gruzdova76@mail.ru,
³ kornilovaalena81@yandex.ru, ⁴ vovantol2012@mail.ru

Abstract. The article presents the study of helminthofauna of the bears held in captivity in Blagoveshchensk, the Amur region. A total of five animals of different ages were examined. The search was carried out in autumn before hibernation and in the following spring after waking up from hibernation. The bears' feces were examined for the presence of eggs of nematodes, cestodes, trematodes and oocysts of protozoa by a combined method. This method includes flotation using a sodium nitrite solution with a density of 1.32 and sedimentation. Eggs of the nematodes *Uncinaria skrjabini* and *Toxascaris transfuga* were found. Eggs of trematodes, cestodes and protozoan oocysts were not found. The extensiveness of invasion by uncinariae (*U. skrjabini*) was 100 % with the intensity of invasion from 8 to 218 eggs per 1 g of feces. The extensiveness of invasion by ascarids (*T. transfuga*) was rather low (40 %) with the intensity of invasion from 2 to 6 eggs. After the examination and before hibernation the bears were dewormed with the drug containing fenbendazole at a dose of 34 mg/kg of the active substance once orally. After the winter hibernation which lasted about 5 months, the following spring the authors performed the control ovoscopy of feces. Uncinariasis and ascariasis were registered in all animals. After repeated deworming with the drug containing albendazole at a dose of 15 mg/kg (once orally) it has been stated that the effectiveness of deworming was 80 % in uncinariasis and 100 % in ascariasis. It has been recommended to develop a scheme of therapeutic and diagnostic measures aimed at increasing the effectiveness of the fight against helminthiasis of the bears.

Keywords: bears, helminths, helminth eggs, keeping in captivity, zoonoses, extensiveness, intensity, deworming, uncinariae, ascarids

For citation: Demkina O. V., Gruzdova O. V., Kornilova A. V., Tolmachev V. S. Gel'mintozy medvedej, soderzhashchihsya v nevole (na primere g. Blagoveshchenska Amurskoj oblasti) [Helminths of the bears held in captivity (on the example of Blagoveshchensk, Amur region)]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 63–70 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_63.

Введение. При исследовании гельминтофауны бурого медведя на территории Российской Федерации обнаружено 14 видов паразитирующих нематод [1]. Некоторые гельминтозы могут быть зоонозами или потенциальными зоонозами, то есть заболеваниями, передающимися человеку.

Наибольшую озабоченность мировых научных сообществ вызывают трихинеллез и токсоплазмоз, которым подвержены все восемь видов медведей, обитающих на различных континентах планеты [2]. В России основной акцент исследований делается на изучение, диагностику и меры борьбы с трихинеллезом, как с самым распространенным и опасным для человека зоонозом [3]. В Дальневосточном регионе у медведей кроме трихинелл обнаружены три вида нематод: *Uncinaria skrjabini* (Matchulski, 1949), *Diriofilaria ursi* (Yamaguti, 1941), *Toxascaris transfuga* (Rudolphi, 1819) [4].

У медведей, содержащихся в условиях неволи, диагностика паразитозов за-

труднена ввиду практического отсутствия исследований в этой области, сложной дифференциальной диагностики и определенными трудностями, связанными с работой с дикими животными [5]. Эпизоотологическое значение гельминтозов бурых медведей особенно значимо в зоопарках и цирках, так как паразитирующие нематоды могут представлять опасность для других животных и людей.

Взрослые особи аскарид и унцинарий не паразитируют в кишечнике человека, но личиночная стадия гельминтов унцинарий может вызывать явление *larva migrans*. Мигрирующие личинки являются причиной различных патологических состояний, в частности, дерматитов и экзем, которые трудно поддаются диагностике и лечению, и нередко относятся к заболеваниям с неустановленной этиологией. Причина заболевания проясняется только после иммунологических скринингов [1].

По данным зарубежных авторов, *Toxascaris transfuga* также может вызы-

вать синдром мигрирующей личинки у случайных хозяев, но ее зоонозный потенциал не подтвержден [6]. Наличие инвазии у самих животных может снижать иммунитет, что способствует возникновению инфекционных заболеваний, а также усиливать немотивированную агрессию животных по отношению к обслуживающему персоналу и дрессировщикам [7].

В г. Благовещенске Амурской области существуют места содержания диких животных и птиц, возврат которых в естественную среду обитания по различным объективным причинам невозможен. Практически все питомцы зоосада, среди которых большинство являются видами, занесенными в Красную книгу России или Амурской области, попадают на содержание и реабилитацию из природных условий по вине человека, после браконьерской охоты. Ранее изучение гельминтологического статуса диких животных и птиц, обитающих на территории зоосада г. Благовещенска, не проводилось.

Целью исследования являлось изучение гельминтофауны медведей, содержащихся в условиях неволи на территории г. Благовещенска Амурской области, и подбор эффективного антгельминтного препарата. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Определить видовой состав гельминтов, паразитирующих у медведей.
2. Определить экстенсивность и интенсивность инвазии.
3. Дать оценку эффективности препаратов фенбендазола и альбендазола, используемых для дегельминтизации медведей.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований стали дикие животные, а именно медведи, содержащиеся в условиях зоосада автономной некоммерческой организации дополнительного образования «Амурский биолого-туристический центр» и торговой базы г. Благовещенска. Исследования проводились в осенний период, перед началом зимней спячки у животных (ноябрь 2020 г.) и весной (начало мая 2021 г.), через неделю после пробуждения животных.

Всего обследовано 5 особей: четыре бурых медведя и один гималайский. Бурые медведи были представлены тремя

самками и одним самцом в возрасте от 12 до 27 лет, медведь гималайский – самец 24-летнего возраста. Материалом для исследования служили свежие фекалии животных, которые исследовали комбинированным методом с использованием растворов нитрита натрия различной плотности [8].

Результаты исследования и их обсуждение. На территорию зоосада еще в конце 1990-х гг. попали три медвежонка, мать которых застрелили браконьеры. Уже в неволе у одной пары родился детеныш. На территорию торговой базы гималайский медвежонок также попал после браконьерской охоты на его мать. Каждому медведю выделена индивидуальная клетка и вольер, которые исключают прямой контакт с человеком или другими животными, но работники по уходу и посетители могут находиться в непосредственной близости от животных. Кормление животных осуществлялось в вечернее время, что обусловлено естественными ритмами животного в природе: в природе медведи охотятся в ночное время. Рацион животных включал в себя сырое мясо, рыбу, каши, овощи, фрукты (по сезону).

Все животные и птицы, находящиеся на территории Амурского биолого-туристического центра, подвергаются ежегодной дегельминтизации в осеннее время в ноябре препаратом Фебтал.

Несмотря на имеющиеся данные об эффективности применения фенбендазола в дозе 50 мг/кг у медведей [9], ветеринарными работниками зоосада была принята работа дозировка фенбендазола 34 мг/кг по действующему веществу (ДВ) на 1 кг живого веса или 4,5 г/100 кг. Так как медведей взвесить было невозможно, то живая масса определялась приблизительно, руководствуясь данными открытых источников. Антгельминтики рассчитывались на примерный вес 300 кг самок и 500 кг самцов. У гималайского медведя, со слов владельца базы, дегельминтизация никогда не проводилась.

Несмотря на то, что все необходимые ветеринарные мероприятия в Амурском биолого-туристическом центре проводятся согласно календарному плану, на паразитарные заболевания ранее медведи не обследовались.

Осенью, перед дегельминтизацией, от каждого медведя был собран биологический материал (свежие фекалии), который был помещен в пластиковые контейнеры и доставлен в лабораторию. Каждый контейнер промаркирован (дата и кличка животного). В лаборатории от каждой пробы были отобраны навески фекалий в количестве одного грамма. Каждая проба исследовалась методом флотации с раствором нитрита натрия плотностью 1,5 и 1,2 на наличие яиц нематод, цестод, ооцист простейших и методом осаждения для обнаружения яиц трематод.

Во всех исследуемых пробах обнаружены яйца нематод, с которых были сняты промеры с помощью окулярного микрометра МОВ-1-15. Затем по морфологическим характеристикам яйца гельминтов были идентифицированы с помо-

щью определителя [10]. Всего измерению подверглась выборка из 10 яиц унцинарий и 8 яиц аскарид (табл. 1).

Таким образом, обнаруженные яйца унцинарий овальной формы и имеют размеры 0,0648–0,0801×0,0360–0,0468 мм. Яйца аскарид имеют овально-округлую форму, с толстой оболочкой, размерами 0,0803–0,0892×0,0698–0,0754 мм. По характерному строению, размерам и эпизоотологическим данным обнаруженные яйца нематод определены как *U. skrjabini* и *T. transfuga*.

При использовании раствора нитрита натрия плотностью 1,2 нами обнаружены *U. skrjabini*, этого же раствора плотностью 1,32 – *U. skrjabini* и *T. transfuga* (табл. 2). Ооцисты простейших, яйца трематод и цестод обнаружены не были.

Таблица 1 – Размеры яиц нематод, обнаруженных у медведей

Table 1 – Sizes of nematode eggs found in bears

Порядковый номер	Яйца <i>Uncinaria spp.</i>		Яйца <i>Toxascaris spp.</i>	
	длина, мм	ширина, мм	длина, мм	ширина, мм
1	0,0783	0,0459	0,0851	0,0711
2	0,0720	0,0378	0,0823	0,0698
3	0,0729	0,0396	0,0892	0,0754
4	0,0801	0,0468	0,0881	0,0752
5	0,0648	0,0360	0,0803	0,0730
6	0,0721	0,0372	0,0844	0,0726
7	0,0777	0,0423	0,0872	0,0744
8	0,0702	0,0369	0,0896	0,0749
9	0,0723	0,0370	–	–
10	0,0734	0,0389	–	–
М	0,0734	0,0398	0,0858	0,0733
М	0,0014	0,0012	0,0012	0,0007
М±m	0,0734±0,0014×0,0398±0,0012		0,0858±0,0012×0,0733±0,0007	

Примечания: М – средняя арифметическая; m – среднеквадратическая ошибка.

Таблица 2 – Интенсивность инвазии медведей унцинариями и аскаридами

Table 2 – Intensity of invasion of bears by uncinariae and ascariids

Кличка, возраст	Количество яиц в одном грамме фекалий, экз.	
	<i>U. skrjabini</i>	<i>T. transfuga</i>
Самец Паша, 12 лет	218	6
Самка Даша, 12 лет	12	0
Самка Катя, 19 лет	152	2
Самка Маша, 27 лет	41	0
Самец гималайский, 24 года	8	0

Экстенсивность инвазии унцинариями у медведей составила 100 %, с интенсивностью инвазии от 8 до 218 яиц на 1 г фекалий. Экстенсивность инвазии аскаридами невысокая (40 %), с интенсивностью инвазии 2 и 6 яиц.

После проведения исследований медведям была проведена однократная дегельминтизация препаратом Фебтал в дозе 13,5 г на самок и 22,5 г на самцов индивидуально в смеси с привычной для них едой. Поедаемость контролировали визуально. Корм вместе с препаратом был съеден полностью. После дегельминтизации все медведи в течение 1–2 недель впали в зимнюю спячку.

В мае следующего года, через две недели после полного пробуждения медведей и восстановления всех физиологических процессов, были отобраны фекалии и исследованы методом флотации с использованием раствора нитрита натрия плотностью 1,32. У всех медведей были обнаружены яйца унцинариий и аскарид (табл. 3).

Для весенней дегельминтизации был выбран препарат Альбен в таблетирован-

ной форме с содержанием 20 % альбендазола. Одна таблетка 1,8 г по заявлению производителя содержит 360 мг альбендазола по ДВ. Доза для медведей по действующему веществу составила 15 мг/кг или 12,5 таблеток на самок и 21 таблетка на самцов.

Дача препарата производилась однократно индивидуально в вечернее кормление. Таблетки упаковывались в кусочки мяса и задавались под визуальным контролем поедаемости. На 10 день после дегельминтизации фекалии медведей были исследованы на наличие яиц гельминтов методом флотации. Самцы Паша и гималайский, самки Даша и Катя полностью освободились от инвазии унцинариями и аскаридами; у самки Маши были зарегистрированы яйца унцинариий, хотя и в меньших количествах, чем после применения Фебтала (в количестве 4 шт. на 1 г фекалий) (табл. 4).

Таким образом, препарат на основе фенбендазола в дозе 34 мг/кг по ДВ оказался неэффективен при унцинариозе и аскаридозе у медведей, содержащихся в условиях неволи. После дегельминтизации и

Таблица 3 – Результаты овоскопии фекалий медведей после дегельминтизации препаратом Фебтал и зимней спячки

Table 3 – Results of ovoscopy of bear feces after deworming with febtal and hibernation

Кличка, возраст	Количество яиц в одном грамме фекалий, экз.	
	<i>U. skrjabini</i>	<i>T. transfuga</i>
Самец Паша, 12 лет	74	6
Самка Даша, 12 лет	6	0
Самка Катя, 19 лет	42	3
Самка Маша, 27 лет	20	0
Самец гималайский, 24 года	3	0

Таблица 4 – Эффективность дегельминтизации медведей (n=5)

Table 4 – Efficiency of deworming of bears (n=5)

Препарат	Доза по ДВ/кг	Среднее количество яиц до дегельминтизации		Среднее количество яиц после дегельминтизации	ЭЭ, %	ИЭ, %
		<i>U. skrjabini</i>	<i>T. transfuga</i>			
Фебтал	34	<i>U. skrjabini</i>	86,2±42	29,0±13,1	0	66,3
		<i>T. transfuga</i>	1,6±1,1			
Альбен	15	<i>U. skrjabini</i>	29,0±13,1	4	80	86,2
		<i>T. transfuga</i>	1,0±0,6			

Примечания: ЭЭ – экстенсэффективность, ИЭ – интенсэффективность.

в течение зимней спячки на протяжении 4–5 месяцев *U. skrjabini* и *T. transfuga* не погибают в организме медведей, но после их пробуждения продолжают свою жизнедеятельность в кишечнике с выделением яиц во внешнюю среду. Яйца нематод, выделяемые во внешнюю среду, могут инвазировать животных постоянно в течение нескольких лет.

Отсутствие эффективности фенбендазола может быть связано с неточностью расчета дозировки препарата по живой массе медведей. Также следует принять во внимание многолетнюю дегельминтизацию медведей зоосада фенбендазолом без ротации препаратов, что повышает вероятность развития резистентности нематод, хотя данных об устойчивости гельминтов у зоопарковых плотоядных на территории России к антгельминтикам группы бензимидазола нет.

Альбен, в состав которого входит также препарат группы бензимидазола – альбендазол, в дозе 15 мг/кг показал высокую эффективность при аскаридозе и унцинариозе. Из пяти медведей полностью освободились от инвазии четыре животных, у одного медведя интенсивность инвазии значительно снизилась.

Заключение. 1. У медведей, содержащихся на территории Амурского биолого-туристического центра и торговой базы г. Благовещенска, обнаружены нематоды *U. skrjabini* и *T. transfuga*. Яиц трематод, цестод и ооцист простейших не найдено. Для овоскопии необходимо использовать

флотационный раствор плотностью 1,32. Длительное содержание медведей в неволе в индивидуальных клетках не предотвращает заражения нематодами. Следует также учесть способность *T. transfuga* выступить в качестве зоонозного агента.

2. Животные страдают гельминтозами поголовно. Унцинариоз зафиксирован у всех медведей, независимо от возраста и места пребывания, с различной интенсивностью инвазии. Яйца аскарид найдены у двух особей из пяти в небольшом количестве.

3. Препараты фенбендазола, применяемые в дозе 34 мг/кг по ДВ регулярно раз в год перед зимней спячкой, не обладают антгельминтной эффективностью против нематод у медведей, содержащихся в условиях неволи г. Благовещенска. Препараты альбендазола показали достаточно высокую эффективность против нематод в дозе 15 мг/кг по действующему веществу.

При последующих дегельминтизациях можно рекомендовать использование ротации антигельминтных препаратов; увеличить дозу фенбендазола и альбендазола до 50 мг/кг живой массы по ДВ. В дальнейшем необходимо разработать лечебно-диагностическую схему с подбором препаратов, дозы, кратности и сроков проведения дегельминтизации диких животных, содержащихся в зоосаде, для предотвращения контаминации окружающей среды и сохранения биологического благополучия животных и человека.

Список источников

1. К вопросу о распространении нематодозов у хищных животных / О. Б. Жданова, О. В. Часовских, А. В. Успенский [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана. 2023. Т. 253. № 1. С. 98–101.
2. Di Salvo A. R., Chomel B. B. Zoonoses and potential zoonoses of bears. *Zoonoses Public Health*. 2020. No. 67 (1). P. 3–13.
3. Зименков В. А., Сивкова Т. Н., Доронин-Доргелинский Е. А. Распространение трихинеллеза диких животных в Российской Федерации // Пермский аграрный вестник. 2016. № 4 (16). С. 98–103.
4. Давыдова О. Е., Стоянова Е. С., Шемяков Д. Н. К видовому составу гельминтофауны бурого медведя в природных биотопах Дальневосточного региона России // Современные проблемы общей прикладной паразитологии и эпизоотологии : материалы X науч.-практ. конф. Воронеж : Воронежский государственный заповедник, 2017. С. 14–21.
5. Борцова М. С., Коняев С. В. Паразитозы зоопарковых животных, общие для домашних животных и человека // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2013. № 14. С. 85–87.

6. Baylis ascaristransfuga (*Ascaridoidea, Nematoda*) from European brown bear (*Ursus arctos*) causing larva migrans in laboratory mice with clinical manifestation / J. Juránková, L. Hofmannová, L. Frgelecová [et al.]. *Parasitology Research*. 2022. No. 121 (2). P. 645–651.

7. Онучина Л. А., Околелов В. И. Паразитарные болезни животных в условиях зоопарка // Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Омск : Омский государственный аграрный университет, 2022. С. 245–247.

8. Оробец В. А., Заиченко И. В. Флотационно-седиментационная технология диагностики гельминтозов // Россия в XXI веке: факторы и механизмы устойчивого развития : монография. Пенза : Наука и Просвещение, 2016. С. 119–135.

9. Пасечник В. Е. Определение терапевтической эффективности фенбендазола и албендазола при токсокарозе крупных хищных животных в условиях зоопарков и цирков // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. 2012. № 13. С. 306–308.

10. Козлов Д. П. Определитель гельминтозов хищных млекопитающих СССР. М. : Наука, 1977. 275 с.

References

1. Zhdanova O. B., Chasovskikh O. V., Uspenskii A. V., Sukhikh O. N., Klyukina E. S. K voprosu o rasprostraneniі nematodozov u khishchnykh zhivotnykh [On the issue of the spread of nematodes in predatory animals]. *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny imeni N. E. Baumana. – Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*, 2023; 253; 1: 98–101 (in Russ.).

2. Di Salvo A. R., Chomel B. B. Zoonoses and potential zoonoses of bears. *Zoonoses Public Health*, 2020; 67 (1): 3–13.

3. Zimenkov V. A., Sivkova T. N., Doronin-Dorgelinskii E. A. Rasprostraneniі trikhinelleza dikikh zhivotnykh v Rossiiskoi Federatsii [Spread of trichinosis in wild animals in the Russian Federation]. *Permskii agrarnyi vestnik. – Perm Agrarian Journal*, 2016; 4 (16): 98–103 (in Russ.).

4. Davydova O. E., Stoyanova E. S., Shemyakov D. N. K vidovomu sostavu gel'mintofauny burogo medvedya v prirodnykh biotopakh Dal'nevostochnogo regiona Rossii [To the species composition of the helminth fauna of the brown bear in natural biotopes of the Far East region of Russia]. *Proceedings from Modern problems of general applied parasitology and epizootology: X Nauchno-prakticheskaya konferenciya – X Scientific and Practical Conference*. (PP. 14–21), Voronezh, Voronezhskii gosudarstvennyi zapovednik, 2017 (in Russ.).

5. Bortsova M. S., Konyaev S. V. Parazitozy zooparkovykh zhivotnykh, obshchie dlya domashnykh zhivotnykh i cheloveka [Parasitoses of zoo animals common to domestic animals and humans]. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – Theory and Practice of Parasitic Disease Control*, 2013; 14: 85–87 (in Russ.).

6. Juránková J., Hofmannová L., Frgelecová L., Daněk O., Modrý D. Baylis ascaristransfuga (*Ascaridoidea, Nematoda*) from European brown bear (*Ursus arctos*) causing larva migrans in laboratory mice with clinical manifestation. *Parasitology Research*, 2022; 121 (2): 645–651.

7. Onuchina L. A., Okolelov V. I. Parazitarnye bolezni zhivotnykh v usloviyakh zooparka [Parasitic diseases of animals in the zoo]. *Proceedings from Current trends in the development of veterinary science and practice: Vserossiyskaya (nacional'naya) nauchno-prakticheskaya konferenciya – All-Russian (National) Scientific and Practical Conference*. (PP. 245–247), Омск, Омский государственный аграрный университет, 2022 (in Russ.).

8. Orobets V. A., Zaichenko I. V. Flotatsionno-sedimentatsionnaya tekhnologiya diagnostiki gel'mintozov [Flotation and sedimentation technology for diagnosing helminthiasis]. In.: *Rossiya v XXI veke: faktory i mekhanizmy ustoichivogo razvitiya: monografiya [Russia in the XXI century: factors and mechanisms of sustainable development: monograph]*, Пенза, Наука и Prosveshchenie, 2016, P. 119–135 (in Russ.).

9. Pasechnik V. E. *Opredelenie terapevticheskoi effektivnosti fenbendazola i albendazola pri toksokarozе krupnykh khishchnykh zhivotnykh v usloviyakh zooparkov i tsirkov* [Determination of the therapeutic efficacy of fenbendazole and albendazole in toxocariasis of large predatory animals in zoos and circuses]. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami. – Theory and Practice of Parasitic Disease Control*, 2012; 13: 306–308 (in Russ.).

10. Kozlov D. P. *Opredelitel' gel'mintozov khishchnykh mlekopitayushchikh SSSR* [Key to helminthiases of predatory mammals of the USSR], Moskva, Nauka, 1977, 275 p. (in Russ.).

© Дёмкина О. В., Груздова О. В., Корнилова А. В., Толмачёв В. С., 2023

Статья поступила в редакцию 22.04.2023; одобрена после рецензирования 18.05.2023; принята к публикации 24.05.2023.

The article was submitted 22.04.2023; approved after reviewing 18.05.2023; accepted for publication 24.05.2023.

Информация об авторах

Дёмкина Ольга Владимировна, кандидат ветеринарных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0001-9303-4100, demkina-olsen@mail.ru;

Груздова Олеся Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0001-5598-6450, gruzdova76@mail.ru;

Корнилова Алена Владимировна, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0009-0003-0134-9722, kornilovaalena81@yandex.ru;

Толмачёв Владимир Сергеевич, студент, Дальневосточный государственный аграрный университет, vovantol2012@mail.ru

Information about author

Olga V. Demkina, Candidate of Veterinary Sciences, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0001-9303-4100, demkina-olsen@mail.ru;

Olesya V. Gruzdova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0001-5598-6450, gruzdona76@mail.ru;

Alena V. Kornilova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0009-0003-0134-9722, kornilovaalena81@yandex.ru;

Vladimir S. Tolmachev, Student, Far Eastern State Agrarian University, vovantol2012@mail.ru

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.3

EDN UIDBEY

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_71

Механизированная технология утилизации соломы

Николай Васильевич Алдошин¹, Александр Сергеевич Васильев²,Никита Дмитриевич Козлов³^{1,2,3} Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева
Москва, Россия¹ naldoshin@yandex.ru

Аннотация. Разработаны технология и комбинированное орудие для повышения плодородия почвы за счет применения биодеструктора при утилизации незерновой части урожая и возделывания сидеральной культуры. Представлена методика проведения лабораторных и полевых исследований по технологии, предусматривающей следующие производственные процессы: обработка деструктором пожнивных остатков зерновой культуры на поверхности поля; рыхление верхнего слоя почвы, измельчение обработанных деструктором растительных остатков и их заделка в почву; высев сидеральной культуры; прикапывание посевов. При необходимости дополнительно возможно одновременное внесение жидких минеральных удобрений для интенсификации процесса разложения незерновой части урожая в почве. Использование предложенной технологии позволяет ускорить процесс разложения соломистой фракции до 90 дней, увеличить урожайность сидератов на 20–25 %, дополнительно создать условия для повышения плодородия почвы за счет последующего внесения в почву органического вещества, состоящего из биологической массы сидеральной культуры.

Ключевые слова: плодородие почвы, солома, биодеструктор, сидерат

Для цитирования: Алдошин Н. В., Васильев А. С., Козлов Н. Д. Механизированная технология утилизации соломы // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 71–80. doi: 10.22450/19996837_2023_2_71.

Original article

Mechanical straw utilization technology

Nikolai V. Aldoshin¹, Alexander S. Vasilev²,Nikita D. Kozlov³^{1,2,3} Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
Moscow, Russia¹ naldoshin@yandex.ru

Abstract. A technology and a combined tool have been developed to increase soil fertility through the use of a biodestructor in the utilization of the non-grain part of the crop and the cultivation of green manure crops. A technique for conducting laboratory and field research using a technology that provides for the following production processes is presented: processing of stubble crop residues by a destructor on the field surface; loosening the top layer of soil, crushing the plant residues processed by the destructor and their incorporation into the soil; sowing green ma-

nure culture; rolling crops. If necessary, it is additionally possible to simultaneously apply liquid mineral fertilizers to intensify the process of decomposition of the non-grain part of the crop in the soil. The use of the proposed technology allows accelerating the process of decomposition of the straw fraction up to 90 days, increasing the yield of green manure by 20–25 %, additionally creating conditions for increasing soil fertility due to the subsequent introduction of organic matter into the soil, consisting of the biological mass of the green manure crop.

Keywords: soil fertility, straw, biodestructor, green manure

For citation: Aldoshin N. V., Vasilev A. S., Kozlov N. D. Mekhanizirovannaya tekhnologiya utilizatsii solomy [Mechanical straw utilization technology]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 2: 71–80 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_71.

Введение. Повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий является основополагающим элементом формирования высокоэффективных систем земледелия [1–3]. При этом преобладающим фактором повышения устойчивости агроэкосистем выступает гармонизация параметров плодородия почвы с ключевыми характеристиками объекта воздействия – почвенной среды.

Особую ценность гомеостатичность показателей почвенного плодородия имеет для регионов Нечерноземной зоны, дерново-подзолистые почвы которых отличаются высокой вариативностью агрохимических характеристик и промывным режимом, способствующим значительной лабильности основных элементов минерального питания растений [4–6].

Существенная роль в создании эффективного плодородия почвы принадлежит органическому веществу, основным источником которого в естественных условиях является минерализация растительных остатков, а в контролируемых (или моделируемых) условиях – внесение разнообразных органических материалов (вторичная продукция животноводства, торф, сапрпель и др.) [7].

Наилучшие результаты обеспечиваются при совокупном взаимодействии вышеописанных процессов.

Отдельное место в системе оптимизации процесса накопления органического вещества принадлежит применению высокотехнологичных препаратов биологического происхождения, например, биодеструкторов, внесение которых в незначительных дозах позволяет существенно активизировать разложение растительных остатков, в том числе формируемых в процессе функционирования уборочных машин [8, 9]. Так, например, у большин-

ства видов зерновых культур на одну тонну зерна в среднем может приходиться до 1,1–1,3 тонны соломы.

Учитывая динамику современного комбайностроения, наиболее популярным решением для переработки соломы является установка специальных измельчающих устройств, позволяющих осуществлять контролируемое резание соломы с одновременным ее распределением по поверхности убираемой территории. С одной стороны, данное решение позволяет вернуть в почву часть питательных веществ, вынесенных с урожаем незерновой части, а также частично улучшить физико-технологические характеристики почвенной среды; с другой стороны, многие исследователи указывают на отрицательное воздействие продуктов разложения соломы на посевные характеристики высеваемых в дальнейшем культур севооборота. Именно в подобных условиях применение биопрепаратов, позволяющих полноценно перерабатывать незерновую часть урожая в органическое вещество почвы без ущерба для педоценоза, в частности, и агроэкосистемы в целом, является важным элементом формирования высокоэффективной системы земледелия.

Отдельно стоит сказать о том, что применение биодеструкторов должно происходить в рамках единой поточной механизированной технологии – практически сразу после измельчения соломы и с обязательным последующим равномерным перемешиванием поверхностного горизонта корнеобитаемого слоя почвы, что необходимо для максимальной активизации процессов биологического разложения растительного материала. Кроме этого, необходимо обеспечить устранение патогенного фона, остающегося на поверхности почвы после жизнедеятель-

ности растений и одновременно аккумулировать основные элементы питания в корнеобитаемом слое, что, в частности, может быть достигнуто посредством высева сидеральной культуры.

Обзор существующих механизированных технологий утилизации соломы показал, что в большинстве случаев используются несколько машин, что значительно удлиняет технологический процесс и существенно увеличивает его энергоемкость. Принимая во внимание огромные объемы формируемой незерновой части урожая, от науки требуется выработка инновационных подходов к их переработке и эффективному применению. Анализ научной литературы [10–12] выявил отсутствие работ по разработке комбинированных средств механизации для решения представленной проблемы, что определяет актуальность исследований в данной области.

Цель исследований – разработка механизированной технологии утилизации незерновой части урожая, формируемой при выращивании зерновых колосовых культур, и создание комбинированного агрегата для ее осуществления, совокупно обеспечивающих повышение уровня плодородия почвы.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнялись на базе Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» в 2022 году. Лабораторные исследования по оценке эффективности разложения различных фракций соломы в зависимости от глубины обработки почвы под воздействием биодеструктора выполнялись в модельном опыте на кафедре сельскохозяйственных машин.

Для решения указанной задачи изготавливались специальные ящики размером: длина – 2 м; ширина – 1 м; высота – 50 см. Ящики заполнялись дерново-подзолистой почвой разного гранулометрического состава (супесчаная и среднесуглинистая) и размещались на дренируемой поверхности с целью нивелирования возможности возникновения процесса оглеения. Уровень влажности почвы поддерживался искусственно на

одном уровне и составлял 75 % от предельной полевой влагоемкости. Повторность опыта – четырехкратная. В опыте использовалась солома ячменя.

В качестве биодеструктора в лабораторном и полевом опытах применяли микробиологический препарат Биоконпозит-Деструкт, выпускаемый АО «Щелково-Агрохим» (Россия). Препарат содержит консорциум хозяйственно ценных штаммов полезных бактерий: *Bacillus amyloliquefaciens* (БИМ В-842 Д), *Bacillus toyjavenensis* (ВКПМ В-13580), *Paenibacillus polymyxa* (ВКМ В-747), в совокупности составляющих не менее 1×10^9 КОЕ/см³.

Массу поступления соломы на один гектар пашни для модельных опытов рассчитывали следующим образом:

1) прежде всего определяли массу пахотного горизонта по соотношению:

$$100 \text{ м} \times 100 \text{ м} \times 0,25 \text{ м} = 2\,500 \text{ м}^3$$

где 100 – длины сторон участка равного одному гектару; 0,25 – средняя глубина пахотного слоя дерново-подзолистых почв в условиях Центрального Нечерноземья России;

2) устанавливали среднее поступление соломы, исходя из критерия, что у зерновых колосовых культур на одну часть зерна приходится в среднем 1,2 части незерновой продукции; таким образом, при урожае зерна 5 т/га мы получаем порядка 6 т/га соломы;

3) рассчитывали количество соломы, поступающее на один квадратный метр площади при параметрах, указанных в пунктах 1 и 2: $6 \text{ т} / 10\,000 \text{ м}^2 = 0,6 \text{ кг/м}^2$ или 0,6 кг на 0,25 м³ почвы;

4) наполняли почвой ящики слоем 0,25 м, что соответствовало исходя из площади ящика равной 2 м² – 0,50 м³;

5) определяли градации соломы – 6; 8; 10 т/га, что соответствовало в пересчете на объем модельных ящиков 1,2; 1,6; 2,0 кг;

6) проводили подготовку и фракционирование соломы по длине резки – 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 см;

7) равномерно вносили солому в ящики, затем половину из них обрабатывали биодеструктором при помощи ранцевого опрыскивателя фирмы STIHL SG в

течение 20 с нормой расхода препарата 2 л в 200 л воды на 1 га площади (рис. 1).

После этого вручную при помощи лопаты осуществляли равномерное перемешивание почвы с соломой – так, чтобы на поверхности по возможности не визуализировались растительные остатки.

Определение остаточного содержания соломы в почве осуществлялось при помощи почвенного бура, снабженного устанавливаемыми на нем посредством резьбового соединения цилиндрами объемом по 50 см³ каждый (диаметр 5 см, высота 10 см). После погружения в почву и выемки образца, он просеивался на ситах; выделенная соломистая фракция подсушивалась до воздушно-сухого состояния и взвешивалась. Затем выполнялся расчет остаточного содержания соломы в почве.

В первую очередь, определялось, сколько должно было изначально содержаться в отобранном объеме; например, при отборе 10 образцов по 50 см³ каждый общий их объем составит 500 см³. При этом в ящик было загружено 500 000 см³ земли и 1 200 грамм соломы. Исходя из пропорции, первоначально в 500 см³ почвы должно было содержаться 1,2 грамма соломы. Установленные градации прини-

мались за 100 % и использовались для расчета остаточного количества растительных остатков.

Результаты исследования. Полевые исследования выполнялись на полевой опытной станции Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. Почва содержала 247 мг/кг P₂O₅ и 87 мг/кг K₂O; pH_{KCl} – 5,9.

Площадь под полевым опытом составляла 2 га. Незерновая часть, утилизируемая в ходе функционирования комбинированного агрегата, получена при уборке ярового ячменя сорта Михайловский.

Схема полевого опыта включала в себя:

фактор А – сидеральная культура:

1) редька масличная; 2) горчица белая;

фактор В – обработка биодеструктором:

1) без обработки; 2) с обработкой (2,0 л/га); 3) с обработкой (3,0 л/га). Расход рабочей жидкости в полевым опыте составлял 200 л/га.

В роли сидеральных культур выступали два распространенных вида растений: редька масличная (сорт Снежана)



Рисунок 1 – Обработка соломы биодеструктором при проведении лабораторных исследований

Figure 1 – Processing of straw with a biodestructor during laboratory tests

и горчица белая (сорт Луговская). Оригинатор и патентообладатель сортов – Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology. Норма высева редьки – 20 кг/га, горчицы – 10 кг/га. Система внесения жидких минеральных удобрений была не задействована, так как в соответствии с программой исследований их применение не требовалось.

Для реализации технологии утилизации незерновой части урожая был разработан комбинированный агрегат (рис. 2), который включал в себя:

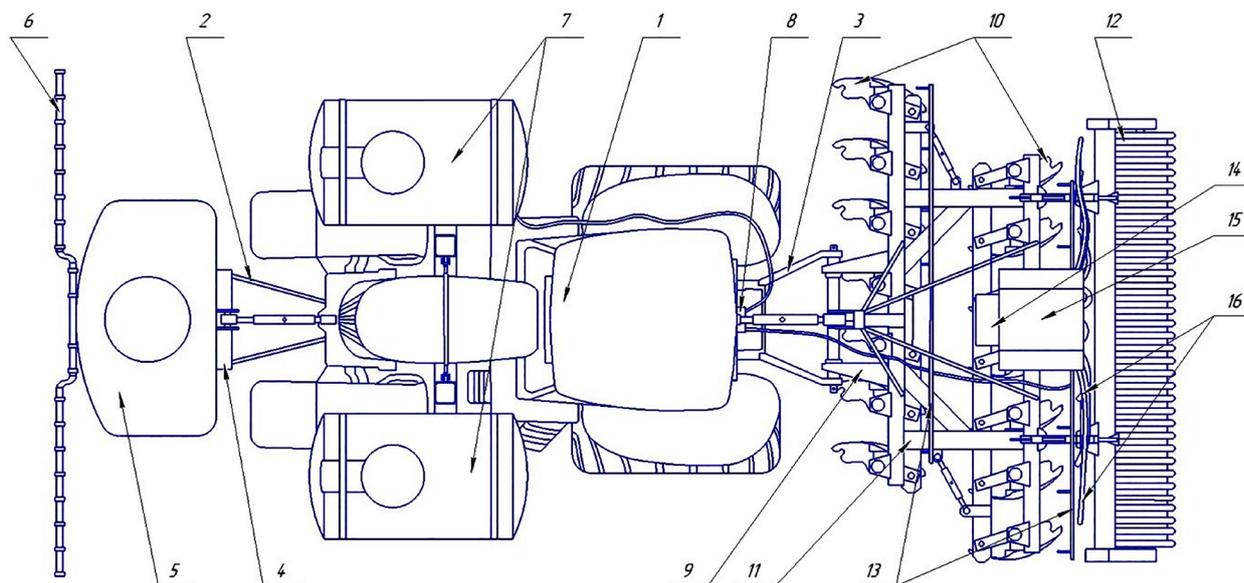
- 1) штанговый опрыскиватель, монтируемый на переднюю навесную систему трактора; при этом привод насоса может осуществляться от переднего вала отбора мощности или гидросистемы трактора;
- 2) навесной бак для деструктора, монтируемый на остов трактора;
- 3) навесные баки для жидких минеральных удобрений, монтируемые на остов трактора;
- 4) насос с приводом от заднего вала отбора мощности или гидросистемы трактора, а также систему шлангов;

5) навесную дисковую борону с катком, монтируемую на заднюю навесную систему трактора;

6) пневматическую сеялку, монтируемую на раму дисковой бороны, с приводом высевающего аппарата и вентилятора пневматической системы от электросети трактора или от гидросистемы трактора.

Ширина штанги опрыскивателя и ширина разбрасывания семян сидератов соответствовали ширине захвата дисковой бороны и катка. Шланги гидросистемы для внесения жидких минеральных удобрений были выведены к стойкам дисков бороны.

Такая конструкция комбинированного агрегата позволила наносить раствор деструктора на растительные остатки, заделывать их в почву, вносить жидкие минеральные удобрения (при необходимости) и осуществлять высев сидеральной культуры за один проход агрегата. Быстрая заделка обработанных деструктором растительных остатков предотвращает гибель микроорганизмов деструктора от действия солнечных лучей. Внесение жидких минеральных удобрений, заделка



1 – мобильное энергетическое средство (трактор); 2, 3 – соответственно передняя и задняя навесные системы; 4 – штанговый опрыскиватель; 5 – бак для деструктора; 6 – штанга с распылителями для деструктора; 7 – баки для жидких удобрений; 8 – насос; 9 – дисковая борона; 10 – передняя и задняя секции дисков; 11 – рама; 12 – каток; 13 – штанги с наконечниками для минеральных удобрений; 14 – сеялка; 15 – семенной ящик; 16 – семяпроводы

Рисунок 2 – Комбинированный агрегат
Figure 2 – Combined unit

и перемешивание растительных остатков в слое почвы до 10 см создают благоприятные условия для их разложения. Применение жидких минеральных удобрений позволяет более равномерно распределить питательные элементы удобрения на поверхности поля, в том числе на растительные остатки, что повышает эффективность их использования. Внесение жидких минеральных удобрений позволяет достичь оптимального соотношения углерода к азоту в диапазоне 20–40 %, что создает благоприятные условия для жизнедеятельности микроорганизмов, разлагающих растительные остатки; позволяет обеспечить питательными элементами растения, используемые на сидерацию. Комплексная технология, реализуемая комбинированным агрегатом, позволяет повысить почвенное плодородие за счет минерализации растительных остатков, поступления питательных элементов из жидких минеральных удобрений и сидератов.

Технологический процесс агрегата протекает следующим образом. При движении тягово-энергетического средства 1 раствор деструктора поступает из бака 5 опрыскивателя 4 к штанге 6 с распылителями и наносится на пожнивные остатки зерновой культуры на поверхности поля. Секции 10 дисковой борона 9 производят рыхление верхнего слоя почвы, измельчение обработанных деструктором растительных остатков и их заделку в почву. Одновременно с этим из баков 7 жидкие минеральные удобрения нагнетаются насосом 8 в штанги с наконечниками 13 и вносятся в почву в пространство под секции дисков 10. Поступающие из бункера 15 сеялки 14 семена сидеральной культуры через семяпроводы 16 подаются в область между дисковыми секциями 10 и опорным катком 12. Опорный каток 12 уплотняет посеvy сидеральной культуры.

Для оценки активности почвенной биоты в полевых условиях выполнялись исследования по определению активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов и дождевых червей. Указанные педобионты, как правило, наиболее активно участвуют в трансформации растительных остатков.

Учет активности целлюлолитиков осуществлялся при помощи метода льня-

ных полотен, заключающегося в том, что предварительно хорошо вымытые стеклянные пластины размером 10×20 см обтягиваются натуральной льняной тканью. Затем в почве при помощи лопаты делается вертикальная яма с одной прямолинейной стороной. Глубина ямы равна длине пластины (20 см).

После подготовки ямы в нее вертикально устанавливается пластина, так чтобы обтянутая тканью сторона плотно прилегала к почве, а верхний край пластины не выступал за границы поверхностного слоя. Затем, придерживая пластину, засыпается яма почвой до исходного состояния. Примечательно, что натуральная льняная ткань практически полностью состоит из целлюлозы, поэтому служит прекрасным индикатором активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Также стоит отметить, что перед обтягиванием пластин каждый отрез ткани предварительно взвешивается на электронных весах с точностью измерений до 0,01 и принимается равным 100 %, что необходимо для выполнения расчетов, связанных с фиксацией процента разложения ткани за установленные отрезки времени.

Кроме этого, следует учитывать, что количество закладываемых пластин и их повторность должны быть достаточными, чтобы обеспечить требуемое количество учетов и представительность наблюдений. В нашем опыте закладка пластин осуществлялась в пятикратной повторности, исходя из сроков учетов равных 15; 30; 45; 60; 75; 90 дням после закладки. В день отбора пластины аккуратно извлекались и очищались от почвы, после чего ткань (при ее наличии) отмывалась, высушивалась и взвешивалась.

Фрагмент проведения полевых исследований показан на рисунке 3. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Также в рамках полевого опыта выполнялся учет полевой всхожести и урожайности сидеральных культур согласно схеме опыта с фиксированных площадок размером 1 м² каждая в четырехкратной повторности. Определение полевой всхожести производилось подсчетом растений на фиксированных площадках. Результаты урожайности биологической массы сидератов представлены на рисунке 4.



Рисунок 3 – Проведение полевых исследований
Figure 3 – Field research

Таблица 1 – Остаточное содержание соломы в почве, %
Table 1 – Residual straw content in the soil, %

Длина резки соломы, см	Через 15 дней	Через 30 дней	Через 45 дней	Через 60 дней	Через 75 дней	Через 90 дней
Без обработки биодеструктором – контрольный вариант (моделируемый уровень внесения соломы – 6 т/га)						
1,5	100	100	95	88	80	71
С обработкой биодеструктором (2 л/га) моделируемый уровень внесения соломы – 6 т/га						
1,5	100	96	90	70	40	0
3,0	100	94	89	71	41	0
4,5	100	95	91	73	40	3
6,0	100	96	91	73	42	5
С обработкой биодеструктором (2 л/га) моделируемый уровень внесения соломы – 8 т/га						
1,5	100	95	90	71	40	0
3,0	100	97	91	71	40	3
4,5	100	97	91	74	42	5
6,0	100	97	92	75	43	6

Анализируя результаты исследований, необходимо отметить, что применение биодеструктора позволяет разложить полностью солому в течение 90 дней. В начальный период применения препарата идет интенсивное размножение биологи-

ческого материала в почве, а к окончанию второго месяца процесс разложения незерновой части урожая проходит наиболее интенсивно. Кроме того, применение биодеструктора позволяет увеличить урожайность сидеральных культур на 20–25 %.

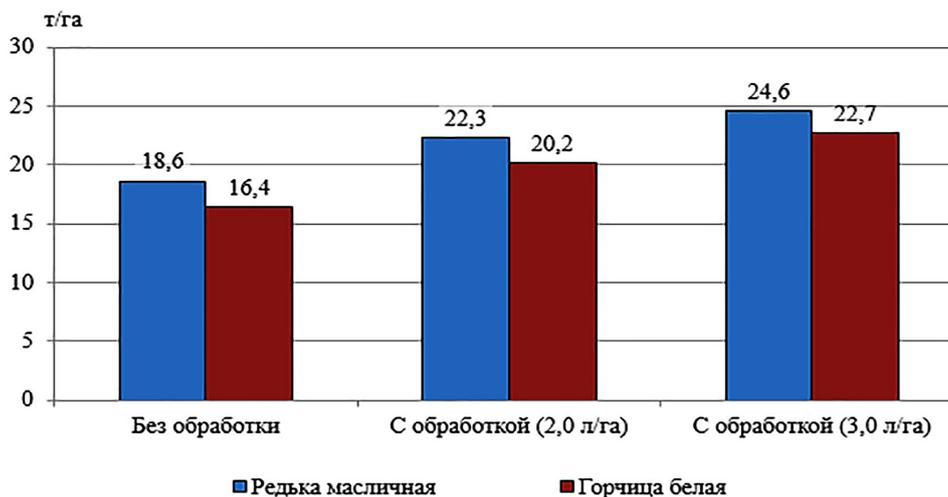


Рисунок 4 – Урожайность сидеральных культур в зависимости от применения биодеструктора

Figure 4 – Yield of sideral crops depending on the use of biodestructor

Также полученное органическое вещество в виде биомассы сидеральной культуры обеспечивает повышение плодородия почвы после его заделки в нее.

Заключение. 1. Предлагаемая технология позволяет обеспечить разложение незерновой части урожая колосовых культур в течение 90 дней.

2. Применение биодеструктора обеспечивает увеличение урожайности сидеральных культур на 20–25 %.

3. Возделывание сидеральной культуры дает возможность увеличить плодородие почвы за счет органического вещества, состоящего из биомассы выращенных растений.

Список источников

1. Чекановская О. В. Дождевые черви и почвообразование. М. : Академия наук СССР, 1960. 206 с.
2. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. М. : Колос, 2004. 424 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Альянс, 2011. 350 с.
4. Васильев А. С. Влияние условий удобрения овса на биологическую активность дерново-среднеподзолистой супесчаной почвы Верхневолжья // Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 4 (21). С. 11–17.
5. Алдошин Н. В. Индустриальная технология производства кормов М. : Агропромиздат, 1986. 175 с.
6. Русакова И. В., Осковкин В. В. Микробная деградация соломы под влиянием биопрепарата БАГС и приемы повышения эффективности его применения на разных типах почв // Агрохимия. 2016. № 8. С. 56–61.
7. Алдошин Н. В., Дидманидзе Р. Н. Управление процессами кормопроизводства с неопределенным временем выполнения работ // Международный технико-экономический журнал. 2012. № 1. С. 65–70.
8. Цыгуткин А. С., Азаров А. В. Изучение влияния сельскохозяйственных культур и почвы как саморазвивающейся системы на содержание гумуса // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 6. С. 44–49.

9. Агрономические основы инженерного обеспечения биологизации земледелия / В. М. Косолапов, Н. В. Цыгуткин, Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин // Кормопроизводство. 2022. № 3. С. 41–47.

10. Повышение эффективности использования энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур при различных температурных режимах / А. В. Кучер, З. Ф. Кривуца, С. В. Щитов [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 3 (59). С. 86–92.

11. Increasing the efficiency of use of wheeled tractors with an articulated frame for secondary tillage / S. V. Shchitov, P. V. Tikhonchuk, I. V. Bumbar [et al.] // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. 2018. No. 41 (2). P. 31–34.

12. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Increasing the efficiency of use of wheeled harrow units in regions of risk farming / Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems: E3S Web of Conferences. I International Scientific and Practical Conference. Nalchik, 2021.

References

1. Chekanovskaya O. V. *Dozhdevye chervi i pochvoobrazovanie [Earthworms and soil formation]*, Moskva, Akademiya nauk SSSR, 1960, 206 p. (in Russ.).

2. Vasilev I. P., Tulikov A. M., Bazdyrev G. I., Zakharenko A. V., Safonov A. F. *Praktikum po zemledeliyu [Workshop on agriculture]*, Moskva, Kolos, 2004, 424 p. (in Russ.).

3. 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, Al'yans, 2011, 350 p. (in Russ.).

4. Vasilev A. S. Vliyanie uslovii udobreniya ovsa na biologicheskuyu aktivnost' dernovo-srednepodzolistoi supeschanoi pochvy Verkhnevolzh'ya [Influence of oat fertilization conditions on the biological activity of soddy-medium podzolic sandy loamy soil of the Upper Volga region]. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya. – Agrarian Journal of Upper Volga Region*, 2017; 4 (21): 11–17 (in Russ.).

5. Aldoshin N. V. *Industrial'naya tekhnologiya proizvodstva kormov [Industrial technology of feed production]*, Moskva, Agropromizdat, 1986, 175 p. (in Russ.).

6. Rusakova I. V., Oskovkin V. V. Mikrobnaya degradatsiya solomy pod vliyaniem biopreparata BAGS i priemy povysheniya effektivnosti ego primeneniya na raznykh tipakh pochv [Microbial degradation of straw under the influence of the biopreparation BAGS and methods for increasing the efficiency of its application on different types of soils]. *Agrokimiya. – Agrochemistry*, 2016; 8: 56–61 (in Russ.).

7. Aldoshin N. V., Didmanidze R. N. Upravlenie protsessami kormoproizvodstva s neopredelennym vremenem vypolneniya rabot [Management of feed production processes with an indefinite lead time]. *Mezhdunarodnyi tekhniko-ekonomicheskii zhurnal. – The International Technical-Economic Journal*, 2012; 1: 65–70 (in Russ.).

8. Tsygutkin A. S., Azarov A. V. Izuchenie vliyaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur i pochvy kak samorazvivayushcheysya sistemy na sodержание gumusa [Study of the influence of agricultural crops and soil, as a self-developing system, on the content of humus]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Achievements of Science and Technology of Agro-industrial Complex*, 2021; 6: 44–49 (in Russ.).

9. Kosolapov V. M., Tsygutkin N. V., Aldoshin N. V., Lylin N. A. Agronomicheskie osnovy inzhenernogo obespecheniya biologizatsii zemledeliya [Agronomic fundamentals of engineering support for the biologization of agriculture]. *Kormoproizvodstvo. – Fodder production*, 2022; 3 (59): 41–47 (in Russ.).

10. Kucher A. V., Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Reshetnik E. I., Dvoynova N. F. Povyszenie effektivnosti ispol'zovaniya energeticheskikh sredstv v tekhnologii vzdelyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri razlichnykh temperaturnykh rezhimakh [Efficiency improving of energy means use in agricultural crop cultivating technology at different

temperature regimes]. *Dal'nevostochnyi Agrarnyi Vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2021; 3 (59): 86–92 (in Russ.).

11. Shchitov S. V., Tikhonchuk P. V., Bumbar I. V., Krivuca Z. F., Samuilo V. V., Yakimenko A. V. [et al.]. Increasing the efficiency of use of wheeled tractors with an articulated frame for secondary tillage. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 2018; 41 (2): 31–34.

12. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E. Increasing the efficiency of use of wheeled harrow units in regions of risk farming. *Proceedings from Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems: E3S Web of Conferences. I International Scientific and Practical Conference. Nalchik*, 2021.

© Алдошин Н. В., Васильев А. С., Козлов Н. Д., 2023

Статья поступила в редакцию 24.04.2023; одобрена после рецензирования 20.05.2023; принята к публикации 01.06.2023.

The article was submitted 24.04.2021; approved after reviewing 20.05.2021; accepted for publication 01.06.2023.

Информация об авторах

Алдошин Николай Васильевич, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, ORCID 0000-0002-0446-1096, naldoshin@yandex.ru;

Васильев Александр Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева;

Козлов Никита Дмитриевич, студент магистратуры, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева

Information about authors

Nikolai V. Aldoshin, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, naldoshin@yandex.ru;

Aleksander S. Vasilev, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

Nikita D. Kozlov, Master's Degree Student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Научная статья

УДК 631.334

EDN SIDMLN

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_81

Технологические подходы к совершенствованию системы машин для производства и применения органических удобрений в аграрном секторе

Анатолий Михайлович Бондаренко¹, Людмила Сергеевна Качанова²

¹ Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, Ростовская область, Зерноград, Россия

² Российская таможенная академия, Московская область, Люберцы, Россия

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

Аннотация. Проведен анализ состояния почвенных ресурсов в органическом аграрном производстве и систем их восстановления. Выявлены семь факторов, влияющих на почвенное плодородие с позиции его восстановления и повышения: применение сидератов, органических удобрений, систем точного земледелия; выполнение научно обоснованных зональных севооборотов; техногенное воздействие машин и оборудования на пахотный слой земель; использование новых сортов зерновых культур с учетом зональных особенностей; управление технологическими процессами восстановления и повышения почвенного плодородия. Подробное внимание уделено рассмотрению и разработке технологий переработки жидкого навоза и производству на его основе высококачественных жидких и твердых концентрированных органических удобрений (КОУ) с использованием биологически активных добавок (БАД). Обоснованы принципы построения системы машин для восстановления почвенных ресурсов. Приведены технологические характеристики базовых машин для производства твердых КОУ: мобильной установки для локальной обработки жидкого навоза производительностью до 45 м³/ч по исходному навозу; ворошителя буртов с оборудованием для дозирования внесения БАД производительностью до 400 т/ч; машины для внесения твердых КОУ с пневмоцентробежным распределяющим рабочим органом для их поверхностного внесения с дозами до 4 т/га. Базовой машиной для подготовки и внесения жидких КОУ является мобильный агрегат на базе машин типа МЖТ с автономным оборудованием для перемешивания БАД с жидким навозом и жидкой фракцией навоза, и внесения с дозами от 1 до 4 т/га. Применение жидких и твердых КОУ с малыми дозами внесения позволяет не только улучшить состояние продукционного слоя почвы по биохимическим показателям, но и окупить затраты на их производство получаемой прибавкой зерновых и кормовых культур.

Ключевые слова: технология, система машин, почвенные ресурсы, органическое аграрное производство, переработка навоза, технологические процессы, концентрированные органические удобрения, биологически активная добавка, мобильный агрегат

Для цитирования: Бондаренко А. М., Качанова Л. С. Технологические подходы к совершенствованию системы машин для производства и применения органических удобрений в аграрном секторе // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 81–91. doi: 10.22450/19996837_2023_2_81.

Original article

Technological approaches to improving the system of machines for the production and application of organic fertilizers in the agricultural sector

Anatoliy M. Bondarenko¹, Lyudmila S. Kachanova²

¹ Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of Don State Agrarian University Rostov region, Zernograd, Russia

² Russian Customs Academy, Moscow region, Lyubertsy, Russia

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

Abstract. The analysis of the state of soil resources in organic agricultural production and systems of their restoration is carried out. Seven factors affecting soil fertility from the point of view of its restoration and improvement have been identified: the use of siderates, organic fertilizers, precision farming systems; the implementation of scientifically based zonal crop rotations; the technogenic impact of machinery and equipment on the arable layer of land; the use of new varieties of grain crops taking into account zonal features; the management of technological processes for restoring and increasing soil fertility. Detailed attention is paid to the consideration and development of technologies for the processing of liquid manure and the production on its basis of high-quality liquid and solid concentrated organic fertilizers (COE) using biologically active additives (dietary supplements). The principles of constructing a system of machines for the restoration of soil resources are substantiated. The technological characteristics of the basic machines for the production of solid manure are given: a mobile installation for the local treatment of liquid manure with a capacity of up to 45 m³/h for the initial manure; a shoulder agitator with equipment for dosing the application of dietary supplements with a capacity of up to 400 t/h; a machine for the introduction of solid COE with a pneumocentric distributing working body for their surface application with doses up to 4 t/ha. The basic machine for the preparation and application of liquid COE is a mobile unit based on the LFM type with autonomous equipment for mixing dietary supplements with liquid manure and liquid fraction of manure and application with doses from 1 to 4 t/ha. The use of liquid and solid COE with small doses of application allows not only to improve the condition of the productive soil layer according to biochemical parameters, but also to recoup the costs of their production with the resulting addition of grain and fodder crops.

Keywords: technology, machine system, soil resources, organic agricultural production, manure processing, technological processes, concentrated organic fertilizers, biologically active additive, mobile unit

For citation: Bondarenko A. M., Kachanova L. S. Tekhnologicheskie podkhody k sovershenstvovaniyu sistemy mashin dlya proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobrenii v agrarnom sektore [Technological approaches to improving the system of machines for the production and application of organic fertilizers in the agricultural sector]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 2: 81–91 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_81.

Введение. Технологический суверенитет государства основывается на применении отечественных технологий и технических средств для их реализации в стратегически важных отраслях народного хозяйства. Такой отраслью является агропромышленный комплекс страны, от развития которого зависит достижение продовольственной независимости и обеспечение экономической безопасности. Основным средством производства в аграрном секторе является почва.

В России из 191 млн. га пашни более 41 млн. га подвержены водной и ветровой эрозии, что способствует недополучению зерна более 20 млн. тонн в год [1, 2].

В этой связи разработка технологий и совершенствование системы машин с новыми техническими решениями являются важной проблемой, представляющей научный и практический интерес, решение которой позволит стабилизировать продовольственную безопасность государства.

Материалы и методы исследования. Анализ систем восстановления почвенных ресурсов в России и за рубежом показал, что имеется множество частных решений данного вопроса, выражающихся в разработке технологий и отдельных технических средств для их реализации [1–7]. Однако все они носят разрозненный характер и, как правило, не имеют эффективного механизма управления технологическими процессами и отдельными операциями на разных этапах (уровнях) их реализации.

Основой сохранения почвенных ресурсов является контроль и управление почвенным плодородием, которое зависит от множества управляемых и неуправляемых воздействий (факторов). Восстановление и повышение почвенного плодородия возможно при реализации ряда мероприятий, включающих семь базовых блоков (рис. 1).

Блок 1 – сидераты. Роль сидеральных удобрений существенно возросла в связи с недостаточными объемами производимых органических удобрений по причине резкого снижения поголовья животных. К примеру, в Ростовской области в 1989 г. производилось до 32 млн. тонн органических удобрений, а в 2019 г. – около 3,6 млн. тонн. Для того, чтобы в полной мере использовать вегетационный период, целесообразно осуществлять прямой посев сидеральных культур одновременно с уборкой урожая зерновых культур. За вре-

мя, необходимое для подготовки полей к осеннему севу, сидеральные культуры набирают достаточную массу и являются эффективным зеленым удобрением.

Блок 2 – органические удобрения. Здесь подразумевается технология органического земледелия, которая предусматривает производство и внесение концентрированных органических удобрений с использованием побочной продукции растениеводства, животноводства (навоз крупного рогатого скота и свиней) и птицеводства [8]. Одновременно предусматривается приготовление высокоэффективных биологически активных добавок, которые в смеси с органическими отходами ускоряют процесс приготовления КОУ. После внесения КОУ в продукционный слой почвы существенно повышается ее энергетический ресурс, ускоряются процессы восстановления почвенного плодородия путем повышения содержания гумуса в почве [9–12].

Блок 3 – системы точного земледелия. Установлено, что в границах целого поля имеются значительные колебания (до 300 %) основных элементов питания растений – азота, фосфора и калия. Избыток, как и недостаток питательных веществ отрицательно сказываются на эффективности возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе на качестве зерна. В настоящее время разработаны системы картографирования пахотного слоя почвы



Рисунок 1 – Блок-схема восстановления и повышения почвенного плодородия
Figure 1 – Block diagram of restoration and improvement of soil fertility

по основным элементам питания, устанавливаемые на машинно-технологические агрегаты с системами дозированного внесения удобрений. Этот вариант технологически не требует применения космического управления процессом [10].

Вариант дозированного внесения КОУ или туков позволяет установить вынос питательных веществ в почву по урожайности сельскохозяйственных культур в процессе их уборки. Для этого в бункере комбайна устанавливаются датчики, фиксирующие в динамике колебания урожайности, которые постоянно передаются на бортовой компьютер в кабине комбайнера. На основе полученной информации строится картограмма поля по урожайности, которая коррелирует с содержанием (выносом) прежде всего азота. Далее, в соответствии с построенной картой поля, другое техническое средство, оснащенное дозирующими устройствами, вносит недостающие элементы питания, дозированные по траектории движения и по ширине захвата с учетом шага квантования.

Оба варианта перспективного машинного обеспечения разработаны на уровне опытных образцов с соответствующими технологиями в России.

Блок 4 – зональные севообороты. Одним из важнейших элементов сохранения почвенного плодородия является соблюдение научно-обоснованных зональных севооборотов (например, для Ростовской области 10-польный севооборот; для Краснодарского и Ставропольского краев соответственно 12-ти и 9-ти польные севообороты). Научно-обоснованное чередование культур на каждом участке севооборота предотвращает накопление паразитов, сорной растительности и способствует восстановлению почвенного плодородия.

Блок 5 – техногенное воздействие на почву технологических машин и орудий в процессе выполнения сельскохозяйственных работ, которые определяют экологическую сбалансированность процессов возделывания сельскохозяйственных культур в зональных севооборотах в связи с воздействием ходовых систем энергомашин на продукционный (пахотный) слой почвы. Проведенными исследованиями установлено, что использование на сельскохозяйственных работах колес-

ных тракторов (например, 12-ти тонный К-701) снижает урожайность по колее до 35 % [10].

Тракторная техника с большой движущейся массой создает распределенное давление на почву на глубину до одного метра, что разрушает взаимодействие почвенной и атмосферной влаги, приводя к засухам в зонах засушливого и рискованного земледелия. Повышенное буксование колесных тракторов приводит к перетиранию почвенных агрегированных соединений, способствует усилению ветровой эрозии и ухудшает структуру почвы. Альтернативой колесным тракторам при выполнении полевых работ являются гусеничные мобильные средства (МЭС) пятого поколения классов 3, 5, 6 и 8.

Блок 6 – оптимальные сорта и гибриды злаковых и других культур применительно к зональным севооборотам. Для этой цели рекомендуется в каждой зоне зернопроизводящих регионов иметь стационары, которые позволяют осуществлять непрерывный мониторинг агроценоза, чтобы своевременно проводить сортомену, обрабатывать сортовую агротехнику, определять технико-эксплуатационные параметры производственных процессов, применять более эффективные удобрения с повышенной интенсивностью воздействия на почву и эффективность агроценозов.

Блок 7 – управление технологическими процессами восстановления и повышения почвенного плодородия. Отсутствие контроля за состоянием почвенного плодородия на землях сельскохозяйственного назначения привело к ускорению их деградации и снижению урожайности выращиваемых культур. Поэтому управление перечисленными выше операциями по восстановлению и повышению почвенного плодородия является важным элементом рассматриваемой блок-схемы.

Результаты исследования. Важнейшим элементом восстановления почвенного плодородия является применение органических удобрений, основным сырьем для производства которых являются навоз животноводческих предприятий и помет птицефабрик. На указанных предприятиях, в зависимости от технологий содержания животных и птицы, произ-

водятся жидкий, полужидкий и твердый (подстилочный) навоз [10].

Свежий навоз, с одной стороны, представляет прямую угрозу окружающей среде, так как содержит большое количество патогенной микрофлоры, что требует соблюдения технологий его обеззараживания и последующей переработки. С другой стороны, в навозе (помете) содержатся питательные элементы (в первую очередь, азот, фосфор и калий), необходимые почве для восстановления ее ресурса.

Из разработанных в настоящее время нормативов по обеззараживанию, накоплению и хранению навоза (помета), наиболее дорогостоящими и энергоемкими являются технологии переработки жидкого навоза [13]. При этом жидкий навоз накапливается в лагунах, где производится его естественное обеззараживание в течение 12 месяцев, и представляет прямую угрозу загрязнения окружающей среды и подпочвенных вод в местах его хранения.

В этой связи требуется совершенствование технологий переработки жидкого навоза и производства из него высококачественных жидких концентрированных органических удобрений.

Существуют три классических способа (технологии) переработки жидкого навоза: разделение механическим способом на твердую и жидкую фракции с последующей их переработкой; подача жидкого навоза в лагуны, его биотермическое обеззараживание в течение 12 месяцев, погрузка в технологические машины (типа МЖТ) и внесение на поле с дозами от 150 до 200 т/га; производство компостов на основе жидкого навоза и влагопоглотителя [7].

Для разделения навоза на фракции в России и за рубежом разработано множество технических средств, отличающихся производительностью, металлоемкостью, энергозатратами, капитальными вложениями, эффективностью процесса разделения [14].

В Азово-Черноморском инженерном институте Донского государственного аграрного университета (г. Зерноград Ростовской области) разработана мобильная установка для локальной обработки жидкого навоза, конструкция которой органично вписывается в технологический

процесс производства продукции животноводства.

Она представляет собой установленный наклонно в перфорированном желобе щеточный шнек, в нижней части которого находится загрузочное отверстие. Жидкий навоз в процессе транспортирования шнеком делится на жидкую и твердую фракции. Жидкая фракция через перфорацию поступает в накопитель и далее транспортируется самотеком для дальнейшей переработки. Твердая фракция в верхней части шнека дообезвоживается специальным устройством и через выгрузное отверстие подается в транспортную тележку и далее поступает на переработку.

Согласно нормативным требованиям твердая фракция на прифермском или полевом навозохранилище формируется в бурты заданных размеров. Периодически, не реже одного раза в месяц, масса перебуртовывается с целью более качественного биотермического обеззараживания и через 6 месяцев используется в качестве твердого органического удобрения на полях. Вносится удобрение по прямооточной (машинами типа ПРТ) или перевалочной (с использованием валкователей-разбрасывателей) технологиям с дозами 40–60 т/га.

Образуемая жидкая фракция насосами подается в лагуну, где происходит ее естественное обеззараживание в течение 12 месяцев и затем в качестве жидкого органического удобрения вносится на поле машинами типа МЖТ с дозами 150–200 т/га (или применяется как составной элемент при производстве компостов в полевых условиях).

С целью интенсификации процессов переработки жидкого навоза нами предлагается технология переработки твердой фракции методом ускоренного компостирования с использованием биологически активной добавки. Для реализации указанной технологии требуется площадка с твердым покрытием, ворошитель буртов навоза (ВБН) с системой внесения БАД.

Процесс реализуется следующим образом. Ворошителем буртов формируются бурты треугольной формы с шириной в основании 2,5 м, высотой 1,5 м. На бурт в жидком виде подается одновременно с перебуртовкой БАД в количестве 5 % от массы перерабатываемого продукта. В равномерно перемешанной смеси через 3–4 часа

начинаются процессы биотермического обеззараживания (происходит нагрев бурта). Операция перемешивания осуществляется через каждые 8 часов в течение трех суток в летний период и шести суток в зимний период.

Готовое твердое КОУ имеет пылевидную структуру, его влажность составляет 50–60 %, плотность 0,6–0,7 т/м³. Доза внесения такого удобрения 1–4 т/га.

Существующие технологические машины для поверхностного внесения твердых органических удобрений (ТОУ) не могут вносить твердые удобрения с малыми дозами, так как их рабочие органы не адаптированы к физико-механическим свойствам таких удобрений. *Для внесения твердых КОУ нами на базе машины МВУ разработано устройство для внесения КОУ с пневмоцентробежным рабочим органом, которое обеспечивает их внесение с дозами от 0,5 т/га и выше с требуемой равномерностью их распределения по ширине (менее 25 %) и ходу движения агрегата (менее 10 %).*

В Азово-Черноморском инженерном институте разработана и внедряется технология производства жидких концентрированных органических удобрений из жидкого навоза, поступающего от фермы и жидкой фракции после механического разделения навоза. Технология предусматривает два варианта реализации: стационарный и мобильный.

Стационарный вариант представляет собой растворный узел, состоящий из трех и более емкостей, каждая объемом не менее 10 м³, с системами трубопроводов, задвижек и фекальных насосов, обеспечивающих перемешивание компонентов в каждой емкости и последующую выгрузку их в технологическую машину [9]. В каждую емкость подается в жидком или порошковом виде БАД. За указанный период производится обеззараживание жидкого навоза и насыщение его микроэлементами. Готовое жидкое КОУ выгружается в технологическую машину и поверхностно вносится на поле с дозами от 1 до 4 т/га.

Для реализации мобильного варианта производства жидких КОУ в данном институте разработана транспортно-технологическая машина (ТТМ) на базе МЖТ-10. В нижней части емкости установлен шнек с противоположными навит-

ками от его середины. В средней части емкости установлены две перфорированные пластины (рис. 2).

Через люк в верхней части емкости подается БАД в дозировке 5 % от объема жидкого навоза. В процессе движения на поле от ВОМ трактора включается шнек, который создает два противоположных потока. Проходя через перфорацию в вертикальных пластинах, потоки на встречном курсе, сталкиваясь, перемешиваются, усиливая процесс насыщения жидкости растворяющимися частицами БАД. По прибытию на поле открывается задвижка и ЖКОУ вносится с дозой до 4 т/га.

Обсуждение результатов исследования. Основными преимуществами производства и использования жидких КОУ в системе восстановления почвенных ресурсов являются:

1. Возможность переработки свежего навоза, что сокращает объемы прифермских и полевых навозохранилищ и лагун.

2. Сокращение опасности загрязнения окружающей среды.

3. Малые дозы внесения КОУ, составляющие до 4 т/га и способствующие восстановлению почвенного плодородия на больших площадях сельскохозяйственных угодий.

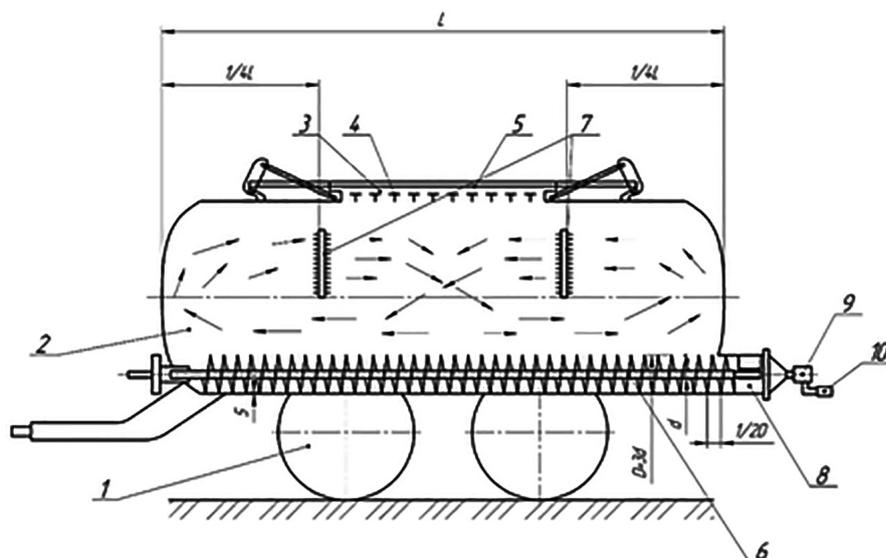
4. Прибавка урожая, полученная при восстановлении почвенных ресурсов до оптимального содержания гумуса, превышает затраты на производство и внесение в почву ЖКОУ.

На основании проведенного исследования разработана и рекомендуется система машин для переработки жидкого навоза в высококачественные концентрированные органические удобрения.

Вариант 1. С разделением жидкого навоза на фракции: мобильная установка для разделения навоза на фракции; ворошитель буртов с системой внесения БАД; машина на базе МВУ (РУМ) с пневмоцентробежным распределяющим рабочим органом (рис. 3).

Вариант 2. Без разделения жидкого навоза на фракции:

1) стационарный растворный узел с системой трубопроводов и насосами для



1 – ходовая система; 2 – емкость; 3 – загрузочный люк; 4 – предохранительная решетка; 5 – дистанционно управляемая крышка; 6 – шнек; 7 – перфорированные перегородки; 8 – выгрузное окно; 9 – фильтр; 10 – запорно-соединительное устройство

Рисунок 2 – Схема общего вида мобильного узла машины для приготовления растворов жидких КОУ
Figure 2 – Diagram of the general view of the mobile unit of the machine for the preparation of liquid COE solutions

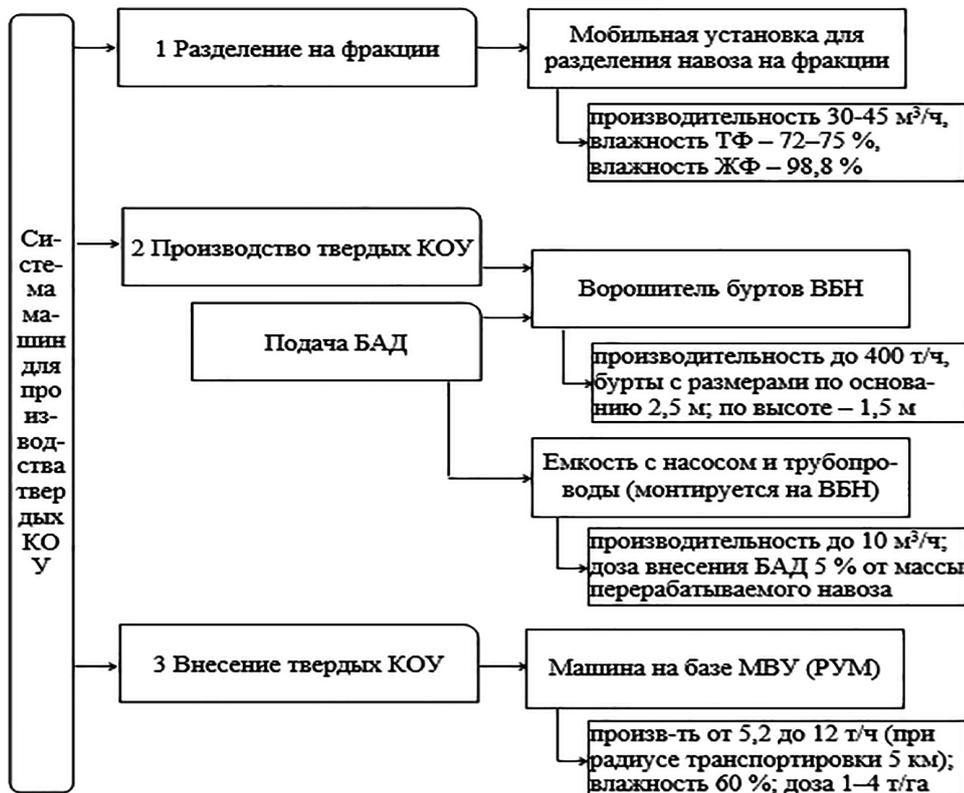


Рисунок 3 – Машины и оборудование для производства и внесения твердых концентрированных органических удобрений
Figure 3 – Machinery and equipment for the production and application of solid concentrated organic fertilizers

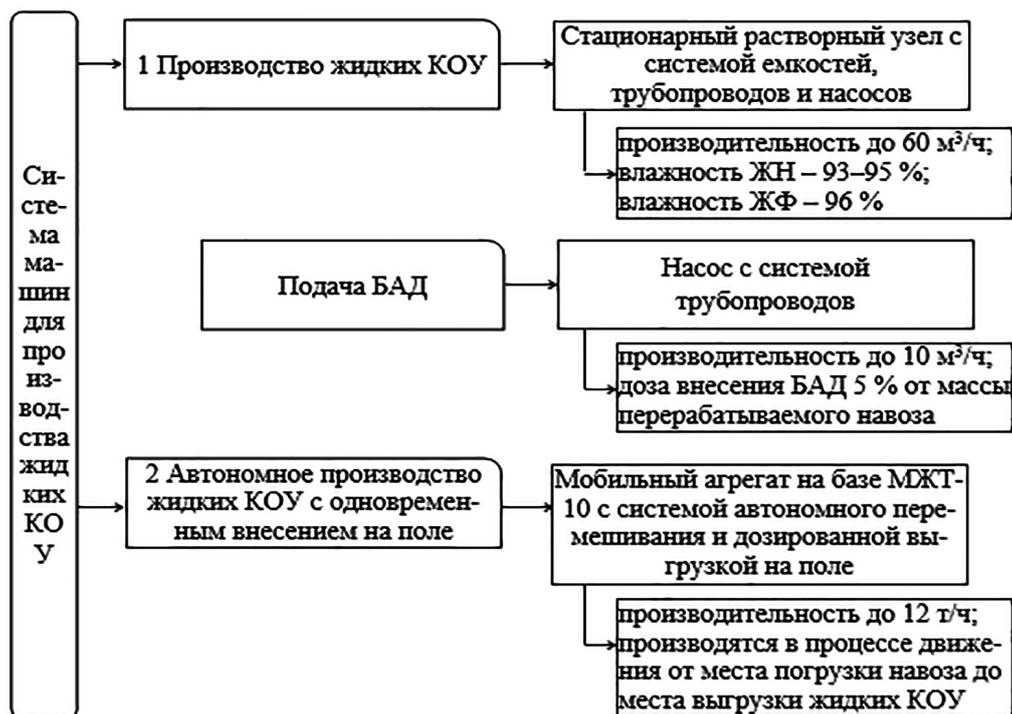


Рисунок 4 – Машины и оборудование для производства и внесения жидких концентрированных органических удобрений

Figure 4 – Machinery and equipment for the production and application of liquid concentrated organic fertilizers

подачи БАД и перемешивания смеси; машины для внесения жидких удобрений;

2) мобильный агрегат с системой автономного перемешивания и производства жидких КОУ (рис. 4).

Заключение. Развитие технологий и совершенствование системы машин для производства и применения органических удобрений основываются на дефиците производимых органических удобрений и востребованности их для повышения почвенного плодородия.

При дефиците органических удобрений экономически целесообразно произ-

водить твердые и жидкие концентрированные органические удобрения, внесение которых с малыми дозами (до 4 т/га) на значительных территориях сельскохозяйственных угодий позволит не только улучшить состояние продукционного слоя почвы по биохимическим показателям, но и возместить затраты на их производство получаемой прибавкой зерновых и кормовых культур.

Реализация разработанных технологий возможна на основе предложенной системы машин для производства и применения высококачественных твердых и жидких органических удобрений.

Список источников

1. 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.

2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации : указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 № 120 // Министерство сельского хозяйства РФ. URL: https://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/14857.19.htm (дата обращения: 15.01.2023).

3. Лимаренко Н. В. Моделирование технологического процесса утилизации стоков животноводства // Современные проблемы математического моделирования, обработки изображений и параллельных вычислений : материалы междунар. науч. конф. Ростов-на-Дону : ДГТУ-ПРИНТ, 2017. С. 157–164.
4. Chen K.-C., Wang Y.-H. Control of disinfection by-product formation using ozone-based advanced oxidation processes // *Environmental Technology*. 2012. No. 33 (4). P. 487–495.
5. Повышение эффективности использования мобильных транспортных энергетических средств в условиях низкотемпературной эксплуатации : монография / Е. Е. Кузнецов, С. В. Щитов, З. Ф. Кривуца, А. В. Кучер. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2022. 175 с.
6. Повышение эффективности использования энергетических средств в технологии возделывания сельскохозяйственных культур при различных температурных режимах / А. В. Кучер, С. В. Щитов, Е. Е. Кузнецов, З. Ф. Кривуца // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2021. № 3 (59). С. 86–92.
7. Справочная книга по производству и применению органических удобрений. Владимир : Всероссийский НИИ органических удобрений и торфа, 2001. 496 с.
8. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы. Ростов-на-Дону : Альтаир, 2022. 736 с.
9. Bichai F., Polo-López M. I., Fernández I. P. Solar disinfection of wastewater to reduce contamination of lettuce crops by *Escherichia coli* in reclaimed water irrigation // *Water Research*. 2012. Vol. 46 (18). P. 6040–6050.
10. Липкович Э. И., Бельтюков Л. П., Бондаренко А. М. Органическая система земледелия // *Техника и оборудование для села*. 2014. № 8 (206). С. 2–7.
11. Суперудобрение органическое «Агровит-Кор». Технические условия. М. : Стандарт-Информ, 1998. 14 с.
12. Головкин А. Н., Попенко А. Ю., Хаценко А. В. Применение электрофизических методов для очистки жидких органических отходов животноводства // *Активная интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству*. 2021. № 2 (11). С. 90–95.
13. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. М. : Росинформагротех, 2017. 172 с.
14. Шигапов И. И. Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза // *Сельский механизатор*. 2017. № 4. С. 26–27.

References

1. 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.).
2. Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii: ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 30.01.2010 No. 120 [Doctrine of Food Security of the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010 No/ 120]. *Mcx.ru* Retrieved from https://www.mcx.ru/documents/document/v7_show/14857.19.htm (Accessed 15 January 2023) (in Russ.).
3. Limarenko N. V. Modelirovanie tekhnologicheskogo protsessa utilizatsii stokov zhiivotnovodstva [Modeling of the technological process of utilization of livestock effluents]. Proceedings from Modern problems of mathematical modeling, image processing and parallel computing: *Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya – International Scientific Conference*. (PP. 157–164), Rostov-na-Donu, DGTU-PRINT, 2017 (in Russ.).

4. Chen K.-C., Wang Y.-H. Control of disinfection by-product formation using ozone-based advanced oxidation processes. *Environmental Technology*, 2012; 33 (4): 487–495.

5. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Kucher A. V. *Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh transportnykh energeticheskikh sredstv v usloviyakh nizkotemperaturnoi ekspluatatsii: monografiya [Improving the efficiency of using mobile transport energy facilities under conditions of low-temperature operation: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2022, 175 p. (in Russ.).

6. Kucher A. V., Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Krivutsa Z. F. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdeliyvaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri razlichnykh temperaturnykh rezhimakh [Improving the efficiency of using energy resources in the technology of cultivating agricultural crops under various temperature conditions]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2021; 3 (59): 86–92 (in Russ.).

7. *Spravochnaya kniga po proizvodstvu i primeniyu organicheskikh udobrenii [Reference book on the production and use of organic fertilizers]*, Vladimir, Vserossijskij NII organicheskikh udobrenij i torfa, 2001, 496 p. (in Russ.).

8. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoi oblasti na 2022–2026 gody [Zonal farming systems of the Rostov region for 2022–2026]*, Rostov-na-Donu, Al'tair, 2022, 736 p. (in Russ.).

9. Bichai F., Polo-López M. I., Fernández I. P. Solar disinfection of wastewater to reduce contamination of lettuce crops by *Escherichia coli* in reclaimed water irrigation. *Water Research*, 2012; 46 (18): 6040–6050.

10. Lipkovich E. I., Bel'tyukov L. P., Bondarenko A. M. Organicheskaya sistema zemledeliya [Organic farming system]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – Technique and Equipment for the Village*, 2014; 8 (206): 2–7 (in Russ.).

11. *Superudobrenie organicheskoe "Agrovit-Kor". Tekhnicheskie usloviya [Organic super fertilizer "Agrovit-Core". Technical conditions]*, Moskva, Standart-Inform, 1998, 14 p. (in Russ.).

12. 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 from animal husbandry]. *Aktivnaya intellektual'naya molodezh' sel'skomu khozyaistvu. – Active Intellectual Youth to Agriculture*, 2021; 2 (11): 90–95 (in Russ.).

13. *Metodicheskie rekomendatsii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol'zovaniyu navoza i pometa [Guidelines for the technological design of systems for the removal and preparation for the use of manure and litter]*, Moskva, Rosinformagrotekh, 2017, 172 p. (in Russ.).

14. Shigapov I. I. Resursosberegayushchie tekhnologii uborki zhidkogo navoza [Resource-saving technologies for cleaning liquid manure]. *Selskii mekhanizator. – Rural mechanic*, 2017; 4: 26–27 (in Russ.).

© Бондаренко А. М., Качанова Л. С., 2023

Статья поступила в редакцию 06.04.2023; одобрена после рецензирования 27.04.2023; принята к публикации 22.05.2023.

The article was submitted 06.04.2023; approved after reviewing 27.04.2023; accepted for publication 22.05.2023.

Информация об авторах

Бондаренко Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой землеустройства и кадастров, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал Донского государственного аграрного университета, bondanmih@rambler.ru;

Качанова Людмила Сергеевна, доктор экономических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры финансового менеджмента, Российская таможенная академия, l.kachanova@customs-academy.ru

Information about authors

Anatoliy M. Bondarenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Land Management and Cadastre, Azov-Black Sea Engineering Institute – Branch of the Don State Agrarian University, bondanmih@rambler.ru;

Lyudmila S. Kachanova, Doctor of Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Financial Management, Russian Customs Academy, l.kachanova@customs-academy.ru

Научная статья

УДК 631.552/.554:629.7

EDN NCFDOL

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_92

Способ уборки зерновых культур с применением беспилотных летательных аппаратов

Юрий Александрович Гуськов¹, Антон Федорович Курносов²^{1,2} Новосибирский государственный аграрный университет

Новосибирская область, Новосибирск, Россия

¹ nsauii@ngs.ru, ² anton_kurnosov@mail.ru

Аннотация. Развитие технологий и средств уборки урожая зерновых культур способствует повышению уровня механизации работ, производительности труда, качеству обмолота и снижению сроков уборки, но все технологии и средства имеют специфические недостатки. Это связано с тем, что разработка технологий осуществляется без применения новшеств, принципиально отличающихся от традиционных средств. В статье проведен анализ современных способов и средств уборки зерновых культур различными методами, определены их основные недостатки. Установлено, что большинство существующих способов уборки не обеспечивают обмолот зерновых культур в условиях повышенной влажности почв; на участках полей с большим уклоном и сложным рельефом местности, а также оказывают значительное силовое воздействие на почву, приводящее к ее переуплотнению. Получено уравнение сменной производительности беспилотного летательного аппарата, а также условие эффективности его функционирования. Рассчитана сменная производительность этого аппарата при уборке зерновых культур с учетом его грузоподъемности, урожайности зерновых культур и расстояния транспортировки колосовой части растений к пункту обмолота. Установлено, что увеличение расстояния транспортировки колосовой части растений к пункту обмолота приводит к снижению сменной производительности беспилотного летательного аппарата; увеличение урожайности зерновых культур и грузоподъемности приводит к увеличению сменной производительности аппарата. С учетом полученных теоретических результатов исследований на основе стандартного беспилотного летательного аппарата разработана компоновочная схема агрегата для уборки зерновых культур.

Ключевые слова: уборка зерновых культур, повышенная влажность почв, уборочно-транспортная система, беспилотный летательный аппарат, производительность

Для цитирования: Гуськов Ю. А., Курносов А. Ф. Способ уборки зерновых культур с применением беспилотных летательных аппаратов // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 92–101. doi: 10.22450/19996837_2023_2_92.

Original article

Method for harvesting grain crops using unmanned aerial vehicles

Yuriy A. Guskov¹, Anton F. Kurnosov²^{1,2} Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia¹ nsauii@ngs.ru, ² anton_kurnosov@mail.ru

Abstract. The development of technologies and means of harvesting grain crops contributes to an increase in the level of mechanization of work, labor productivity, the quality of threshing and a reduction in harvesting time, but they all have specific drawbacks. This is due to the fact that the development of technologies is carried out without the use of innovations that are fundamentally different from traditional means. The article analyzes modern methods and means of harvesting grain crops by various methods, identifies their main shortcomings. It

has been established that most of the existing harvesting methods do not provide threshing of grain crops in conditions of high soil moisture; in areas of fields with a large slope and difficult terrain; and also have a significant force effect on the soil, leading to its overcompaction. An equation for the variable performance of an unmanned aerial vehicle is obtained, as well as a condition for the efficiency of its operation. The shift productivity of the vehicle was calculated when harvesting grain crops, taking into account its carrying capacity, the yield of grain crops and the distance of transportation of the spike part of plants to the threshing point. It has been established that an increase in the distance of transportation of the ears of plants to the threshing point leads to a decrease in the shift productivity of the unmanned aerial vehicle; an increase in crop yields and carrying capacity leads to an increase in the shift productivity of the vehicle. Taking into account the obtained theoretical results of the research, a layout diagram of a unit for harvesting grain crops was developed on the basis of a standard unmanned aerial vehicle.

Keywords: grain crop harvesting, increased soil moisture, harvesting and transport system, unmanned aerial vehicle, productivity

For citation: Guskov Yu. A., Kurnosov A. F. Sposob uborki zernovykh kul'tur s primeneniem bespilotnykh letatel'nykh apparatov [Method for harvesting grain crops using unmanned aerial vehicles]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 92–101 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_92.

Введение. Агропромышленное производство в России достигло определенного развития, о чем свидетельствуют стабилизация уровня инвестиций в сельское хозяйство и рост конкуренции среди производителей сельхозпродукции. Длительное время сельское хозяйство не было бизнесом, привлекательным для инвесторов, в связи с длинным производственным циклом; подверженностью природным рискам и большим потерям урожая при выращивании, сборе и хранении; невозможностью автоматизации биологических процессов и отсутствием прогресса в повышении производительности и инноваций.

В современном АПК растет объем и качество применения современных технологий, в том числе цифровых, использующих данные со спутников, датчиков, из операционных и транзакционных систем [1]. Активно разрабатываются беспилотные трактора и роботизированные системы управления комбайнами [2].

Очевидно, что в этих условиях совершенствование процесса получения, например, товарного зерна требует разработки новых технических решений и способов уборки урожая, основанных на применении IT-технологий.

Цель работы состоит в обосновании компоновочной схемы и определении основных эксплуатационных параметров беспилотного летательного аппарата для уборки зерновых культур.

Методы исследований. В настоящее время интенсификация уборочного процесса достигается за счет повышения пропускной способности молотильного аппарата или за счет снижения удельной доли соломы в обмолачиваемой растительной массе, что приводит к усложнению конструкции и росту металлоемкости машин [3].

Чтобы реже останавливаться для разгрузки, комбайн имеет большой бункер, что увеличивает энергозатраты на перевозку зерна, а также габариты, вес и давление на почву. Современные машины значительно уплотняют почву, что в дальнейшем приводит к снижению ее плодородия [4, 5].

Часто уборочные машины имеют ограничения в использовании, например, после выпавших осадков растительная часть высыхает быстрее чем почва, комбайны простаивают, что влечет за собой увеличение сроков уборки, а значит, потери урожая. Для обеспечения уборки всего биологического урожая комбайн измельчает и разбрасывает по полю солому; при этом его производительность снижается, а вымолоченные семена сорняков равномерно рассеиваются по полю. Зерно находится только в колосе, но комбайн обмолачивает, деформирует все растение, расходуя неэффективно до 70 % энергии [6].

Для выгрузки зерна из бункера комбайна на поле заезжает транспортное средство, которое также переуплотняет почву,

кроме того, возникают взаимообусловленные простои, приводящие к дополнительным издержкам.

Таким образом, существующие способы уборки зерновых культур имеют много недостатков, устранение которых представляется возможным за счет разработки принципиально нового направления в механизации растениеводства, основанного на использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [7, 8]. Однако диапазон современного применения данных средств в технологиях возделывания зерновых культур пока ограничен контролем и мониторингом состояния посевов и хода уборки урожая, а также внесения пестицидов и удобрений [9, 10].

Разрабатываемая уборочно-транспортная система (УТС) состоит из нескольких БПЛА, осуществляющих сбор зерновой части растений, стационарного пункта обмолота и пункта временного хранения зерна.

Эффективность уборочно-транспортной системы достигается при выполнении условия (1):

$$W_{\text{БПЛА}} \leq W_{\text{ПО}} + W_{\text{ПХ}} \quad (1)$$

где $W_{\text{БПЛА}}$ – суммарная производительность группы беспилотных летательных аппаратов, т/ч;

$W_{\text{ПО}}$ – производительность стационарного пункта обмолота, т/ч;

$W_{\text{ПХ}}$ – пропускная способность пункта хранения, т/ч.

Выражение (1) справедливо при условии, что пункт хранения будет использоваться кратковременно без его переполнения.

Производительность стационарных пунктов обмолота известна и приводится в технических характеристиках устройств. Суммарная производительность группы беспилотных летательных аппаратов за смену неизвестна и может быть определена по формуле (2):

$$W_{\text{СУМ}} = G_{\text{БПЛА}} m n \gamma \quad (2)$$

где $G_{\text{БПЛА}}$ – грузоподъемность БПЛА, кг;
 m – среднее число работающих БПЛА на поле за смену;

n – количество разгрузок одним БПЛА за смену;

γ – коэффициент использования грузоподъемности БПЛА.

Количество одновременно работающих БПЛА определяется, исходя из текущей необходимости для каждого поля. Максимальная эффективность функционирования УТС будет достигнута при минимальном количестве БПЛА и максимальном количестве разгрузок. Таким образом, теоретическую оценку УТС можно провести на примере одного БПЛА, а суммарную производительность определить по формуле (2).

Сменная производительность БПЛА определяется по формуле (3):

$$W_{\text{С}} = G_{\text{БПЛА}} n \gamma \quad (3)$$

Количество разгрузок одним БПЛА за смену можно определить формулой (4):

$$n = t_{\text{С}} / t_{\text{ОБ}} \quad (4)$$

где $t_{\text{С}}$ – продолжительность смены, ч;
 $t_{\text{ОБ}}$ – продолжительность одного оборота, ч.

Продолжительность одного оборота состоит из времени наполнения бункера ($t_{\text{Н}}$) и времени транспортировки колосовой части растений к месту обмолота ($t_{\text{Т}}$) с учетом коэффициента простоя ($k_{\text{П}}$):

$$t_{\text{ОБ}} = (t_{\text{Н}} + t_{\text{Т}}) / k_{\text{П}} \quad (5)$$

Коэффициент простоя зависит от технического состояния БПЛА и организации уборочно-транспортных работ и принимается равным 0,90–0,95.

Время наполнения бункера можно определить, исходя из грузоподъемности БПЛА и его производительности:

$$t_{\text{Н}} = G_{\text{БПЛА}} / B_{\text{Р}} V_{\text{Р}} U \quad (6)$$

где $B_{\text{Р}}$ – рабочая ширина захвата режущего аппарата, м;

$V_{\text{Р}}$ – рабочая скорость движения при загрузке, м/с;

U – урожайность, кг/м².

Время транспортировки колосовой части растений к месту обмолота определяется по формуле (7):

$$t_T = 2S_T / V_T \quad (7)$$

где S_T – расстояние транспортировки, м;
 V_T – скорость транспортировки, м/с.

Решая совместно уравнения (3)–(7) относительно сменной производительности БПЛА, получаем выражение (8):

$$W_C = t_{cy} / (1/B_p V_p U k + 2S_T / k_{пT} V_T G_{БПЛА}) \quad (8)$$

В соответствии с представленными расчетами нами разработана компоновочная схема беспилотного летательного аппарата, с помощью которого может быть реализован новый способ уборки зерновых культур.

Результаты исследований. Проведенное математическое моделирование процесса уборки зерновых культур с использованием беспилотных летательных аппаратов позволило установить сменную производительность БПЛА в зависимости от внешних и внутренних факторов. На

рисунке 1 представлены результаты расчетов сменной производительности БПЛА в зависимости от урожайности и среднего расстояния транспортировки колосовой части от места уборки до пункта обмолота.

Анализ графика показывает, что увеличение расстояния транспортировки отрицательно сказывается на сменной производительности, причем степень влияния увеличивается при повышении урожайности зерновых культур. Так, при урожайности 10 ц/га увеличение расстояния транспортировки от 100 до 600 м приводит к снижению сменной производительности с 13 до 8 ц/смену; когда при урожайности 40 ц/га и аналогичном увеличении расстояния транспортировки сменная производительность снижается с 39 до 14 ц/смену.

Это объясняется тем, что при уборке зерновых культур с высокой урожайностью время наполнения бункера минимально, а основную долю затрат времени составляет транспортировка зерновой части убираемой культуры.

Увеличение сменной производительности БПЛА происходит и при повышении его грузоподъемности (рис. 2).

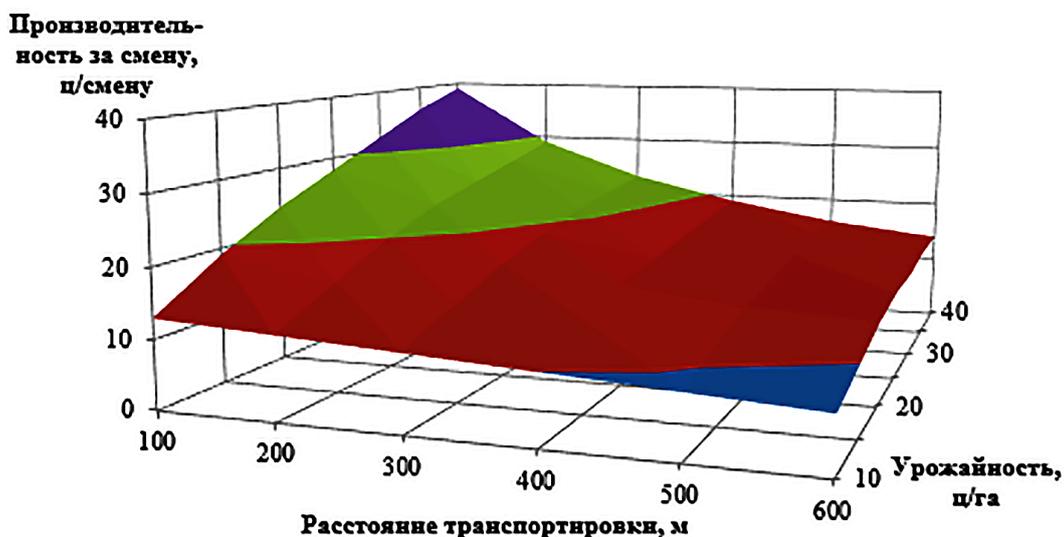


Рисунок 1 – Зависимость сменной производительности БПЛА грузоподъемностью 10 кг от урожайности и расстояния транспортировки
Figure 1 – Dependence of the replacement performance of the UAV with a load capacity of 10 kg on the yield and distance of transportation

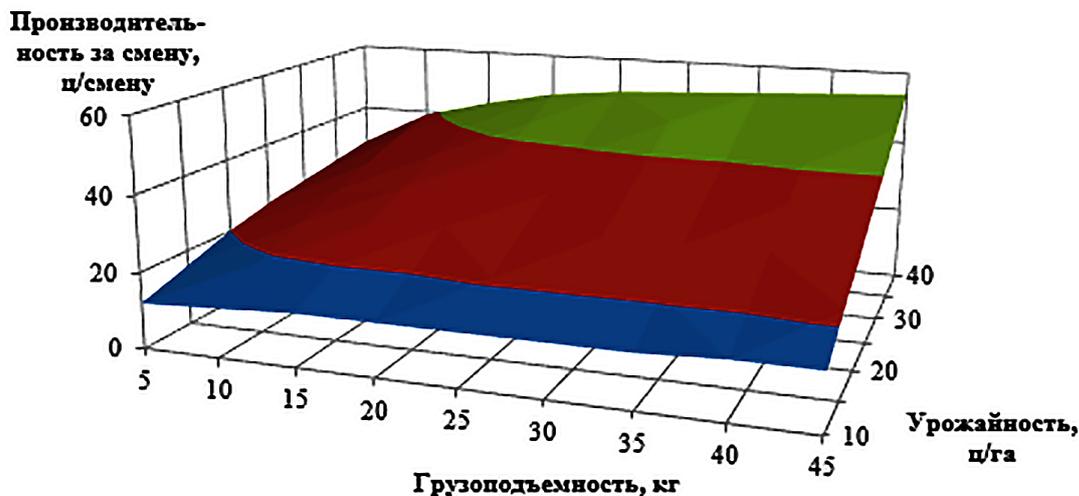


Рисунок 2 – Зависимость сменной производительности от грузоподъемности БПЛА и урожайности зерновых при расстоянии перевозки 100 м

Figure 2 – The dependence of shift productivity on the UAV load capacity and grain yield at a distance of transportation of 100 m

Так, при урожайности 10 ц/га увеличение грузоподъемности с 5 до 45 кг приводит к повышению сменной производительности только с 12 до 15 ц/смену; при урожайности 40 ц/га и аналогичном увеличении грузоподъемности, сменная производительность увеличивается с 29 до 54 ц/смену.

Предлагаемый беспилотный летательный аппарат для уборки зерновых культур планируется создать на основе стандартного беспилотного летательного аппарата 1 (рис. 3) [11], на который устанавливается накопитель 2 для сбора зерновой части растений; ее срез осуществляется режущим аппаратом 3, имеющим

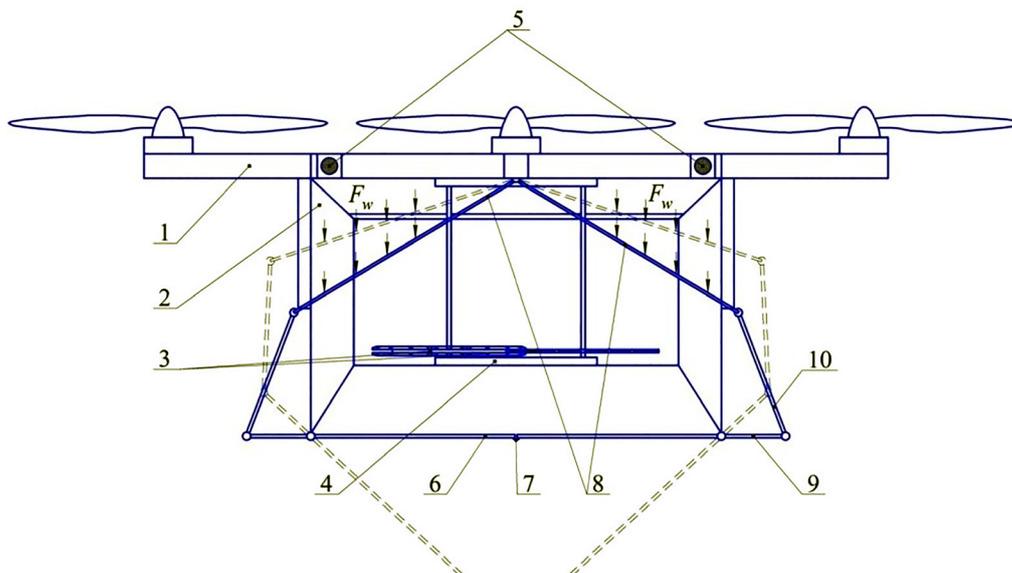


Рисунок 3 – Общий вид БПЛА для уборки зерновых культур
Figure 3 – General view of the UAV for harvesting grain crops

привод 4 от трансмиссии БПЛА. Позиционирование конструкции относительно расположения колосовой части зерновых культур происходит при помощи электронно-оптических датчиков 5, связанных непосредственно с бортовым компьютером аппарата (на рис. 3 не указан). Для разгрузки накопителя 2 предусмотрен люк, состоящий из двух створок 6, шарнирно прикрепленных к бункеру. Фиксация створок происходит при помощи магнитного замка 7, управляемого бортовым компьютером БПЛА.

Для предотвращения воздействия ветровой нагрузки от двигателей на срезаемую колосовую часть предусмотрены ветровые щиты 8, прикрепленные шарнирно к основанию БПЛА, с одной стороны, и через опоры 9, жестко прикрепленные к створкам 6 и рычаги 10, с другой стороны. Подача электрической энергии для заряда аккумуляторной батареи БПЛА происходит при помощи разъема.

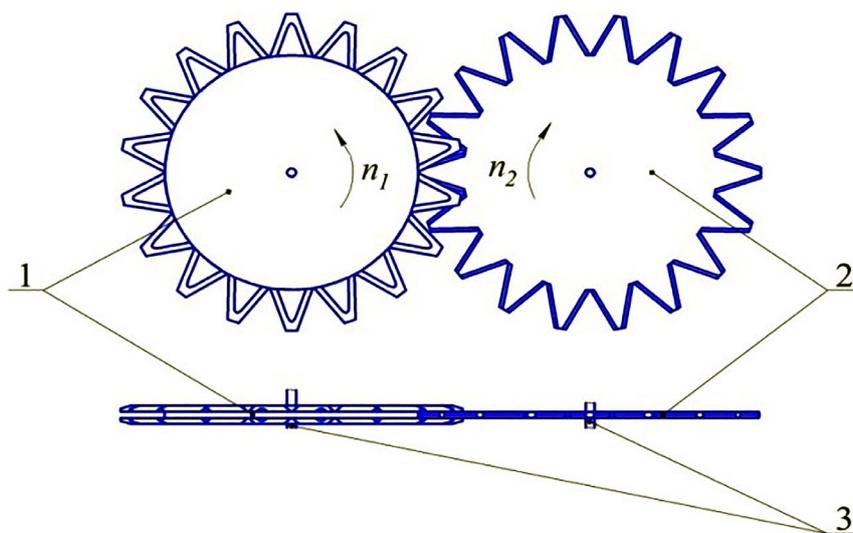
Режущий аппарат 3 состоит из двух зубчатых дисков – двойного 1 (рис. 4) и одинарного 2, расположенных на приводных валах 3 таким образом, что зубья одинарного диска полностью входят в канавку двойного. При этом вращение дисков происходит в противоположные стороны с одинаковой частотой ($n_1 = n_2$), тем самым обеспечивая гарантированный срез

колосовой части растений и ее подачу в бункер.

Технология уборки зерновых осуществляется следующим образом (рис. 5). Движущийся над поверхностью поля БПЛА 1 по заданной программе вдоль направления сева при помощи датчиков 5 и бортового компьютера определяет оптимальную длину колосовой части и, соответственно, высоту среза; позиционирует режущий аппарат 3 относительно каждого растения индивидуально; осуществляет срез колоса и складировает его в накопитель 2. После заполнения накопителя 2 колосовая часть растений по воздуху доставляется на пункт обмолота или пункт хранения.

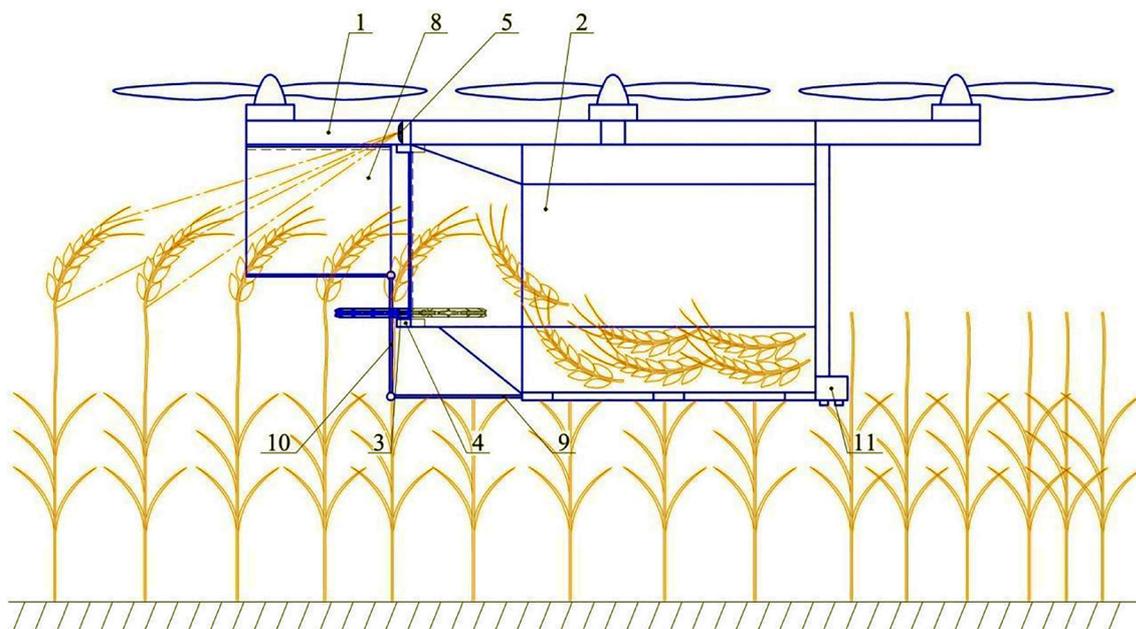
Разгрузка накопителя 2 осуществляется путем открытия магнитным замком 7 створок 6 выгрузного люка. При этом створки 6 через опоры 9 и рычаги 10 воздействуют на ветровые щиты 8, уменьшая угол их наклона. Закрытие створок 6 люка осуществляется под воздействием силы воздушного потока (F_w) двигателей БПЛА, возрастающей во время набора высоты и скорости при движении к месту сбора зерновой части культуры и действующей на ветровые щиты 8, опоры 9 и рычаги 10.

На пункте обмолота колосовая часть подвергается обработке и, при необходимости, сушке. В пункте хранения она складировается для дозревания зерна или



n_1 – частота вращения двойного диска; n_2 – частота вращения одинарного диска

Рисунок 4 – Общий вид режущего аппарата
Figure 4 – General view of the cutting machine



обозначения совпадают с рисунком 4

Рисунок 5 – Схема сбора БПЛА зерновых культур
Figure 5 – The scheme of collecting UAVs of grain crops

обеспечения равномерной загрузки пункта обмолота.

Скашивание незерновой части растений происходит следующим образом. Движущийся над поверхностью поля БПЛА 1 определяет индивидуально высоту среза каждого растения относительно поверхности поля при помощи датчиков 5 и бортового компьютера; позиционирует режущий аппарат относительно каждого растения и поверхности поля; производит скашивание. Срезанные растения поступают в накопитель или распределяются по полю, минуя накопитель. Во втором случае неколосовая часть растений может быть собрана известными средствами механизации на корм животным при благоприятных природно-климатических условиях.

При необходимости заряда аккумуляторных батарей, БПЛА 1 прибывает на специально подготовленную площадку станции заряда передвижного пункта управления и подключается через разъем 11 к электрической сети. Количество площадок станции заряда аккумуляторных батарей передвижного пункта управления определяется, исходя из количества БПЛА, находящихся в работе.

Управление комплексом БПЛА должно быть основано на использовании новейших информационно-автоматизированных комплексов [12, 13], позволяющих в автоматическом режиме определять основные параметры уборочно-транспортной системы.

Заключение. 1. Проведенный анализ современных способов и средств уборки зерновых культур показал, что их общим недостатком является отсутствие возможности обмолота зерновых культур в условиях повышенной влажности почвы, на участках полей с большим уклоном и сложным рельефом местности, а также значительное силовое воздействие на почву, приводящее к ее переуплотнению. Решить указанные недостатки представляется возможным за счет использования беспилотных летательных аппаратов.

2. Получено уравнение сменной производительности беспилотного летательного аппарата, на основе которого установлено, что при урожайности убираемой культуры 10 ц/га увеличение расстояния транспортировки от 100 до 600 м приводит к снижению сменной производительности с 13 до 8 ц/смену; при этом увеличение грузоподъемности аппарата с 5 до 45 кг приво-

дит к повышению сменной производительности на 25 %.

При урожайности 40 ц/га и увеличении расстояния транспортировки до 600 м сменная производительность снижается с 39 до 14 ц/смену, а увеличение грузоподъемности в рассматриваемом диапазоне повышает сменную производительность от 29 до 54 ц/смену.

3. Разработана компоновочная схема беспилотного летательного аппарата для уборки зерновых культур, снабженного

электронными средствами для определения оптимальной длины колосовой части, позиционирования режущего аппарата относительно каждого растения, среза колосовой части, складирования в накопитель и доставки к месту обмолота и хранения по воздуху. Неколосовую часть растения предложенный БПЛА скашивает также индивидуально, позиционируя режущий аппарат относительно поверхности поля и каждого растения для обеспечения заданной длины стерни.

Список источников

1. Семенов С. А., Васильев С. А., Максимов И. И. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 1. С. 69–76.
2. Выголова Е. Р. Беспилотные трактора в сельском хозяйстве // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : материалы XI всерос. конф. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2018. С. 335–336.
3. Ломакин С. Г., Бердышев В. Е. Анализ технического уровня зерноуборочных комбайнов «Ростсельмаш» // Вестник Московского государственного агроинженерного университета. 2018. № 6. С. 34–42.
4. Русинов А. В., Слюсаренко В. В. Снижение воздействия движителей машинно-тракторных агрегатов на почву путем оптимального распределения веса по осям // Научная жизнь. 2015. № 6. С. 35–42.
5. Щитов С. В., Кузнецов Е. Е., Поликутина Е. С. Повышение продольно-поперечной устойчивости и снижение техногенного воздействия на почву колесных мобильных энергетических средств : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2020. 148 с.
6. Бурьянов А. И., Дмитренко А. И., Бурьянов М. А. Оценка новых нетрадиционных технологий уборки зерновых колосовых культур // Техника и оборудование для села. 2010. № 10. С. 16–19.
7. Авдеев П. И. Использование беспилотных летательных аппаратов для сельского хозяйства // Современные тенденции развития науки и технологий : материалы XX междунар. науч.-практ. конф. Белгород : ИП Ткачева Е. П., 2016. С. 6–8.
8. Aravind K. R., Raja P., Pérez-Ruiz M. Task-based agricultural mobile robots in arable farming: a review // Spanish Journal of Agricultural Research. 2017. Vol. 15.
9. Смирнов И. Г., Марченко Л. А., Личман Г. И. Беспилотные летательные аппараты для внесения пестицидов и удобрений в системе точного земледелия // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 3. С. 10–16.
10. Воронков И. В. Методика и аппаратно-программные средства для мониторинга состояния посевов на ранних стадиях вегетации // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 5. С. 33–37.
11. Патент № 2659243 Российская Федерация. Способ уборки зерновых культур : № 2017116294 : заявл. 10.05.2017 : опубл. 29.06.2018 / Курносов А. Ф., Гуськов Ю. А. Бюл. № 19. 9 с.

12. Измайлов А. Ю., Лобачевский Я. П., Хорошенков В. К. Оптимизация управления технологическими процессами в растениеводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. № 12 (3). С. 4–11.

13. Измайлов А. Ю., Хорошенков В. К., Колесникова В. А. Средства автоматизации для управления сельскохозяйственной техникой // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. № 3. С. 3–9.

References

1. Semenov S. A., Vasilev S. A., Maksimov I. I. Osobennosti realizatsii i perspektivy primeneniya tekhnologii tsifrovogo zemledeliya v APK [Features of the implementation and prospects for the use of digital farming technology in the agro-industrial complex]. *Vestnik Chuvashskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. – Bulletin of the Chuvash State Agrarian University*, 2018; 1: 69–76 (in Russ.).

2. Vygolova E. R. Bepilotnye traktora v sel'skom khozyaistve [Unmanned tractors in agriculture]. Proceedings from Scientific support of the agro-industrial complex: *XI Vserossiyskaya konferenciya – XI All-Russian Conference*. (PP. 335–336), Krasnodar, Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2018 (in Russ.).

3. Lomakin S. G., Berdyshev V. E. Analiz tekhnicheskogo urovnya zernoborochnykh kombainov "Rostsel'mash" [Analysis of the technical level of Rostselmash combine harvesters]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. – Bulletin of the Moscow State Agroengineering University*, 2018; 6: 34–42 (in Russ.).

4. Rusinov A. V., Slyusarenko V. V. Snizhenie vozdeistviya dvizhitelei mashinno-traktornykh agregatov na pochvu putem optimal'nogo raspredeleniya vesa po osyam [Reducing the impact of the propulsors of machine-tractor units on the soil by optimal weight distribution along the axes]. *Nauchnaya zhizn'. – Scientific Life*, 2015; 6: 35–42 (in Russ.).

5. Shchitov S. V., Kuznetsov E. E., Polikutina E. S. Povyshenie prodol'no-poperechnoi ustoichivosti i snizhenie tekhnogennoogo 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'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2020, 148 p. (in Russ.).

6. Buryanov A. I., Dmitrenko A. I., Buryanov M. A. Otsenka novykh netraditsionnykh tekhnologii uborki zernovykh kolosovykh kul'tur [Evaluation of new non-traditional technologies for harvesting grain crops]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – Machinery and Equipment for Rural Area*, 2010; 10: 16–19 (in Russ.).

7. Avdeev P. I. Ispol'zovanie bepilotnykh letatel'nykh apparatov dlya sel'skogo khozyaistva [Use of unmanned aerial vehicles for agriculture]. Proceedings from Modern trends in the development of science and technology: *XX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – XX International Scientific and Practical Conference*. (PP. 6–8), Belgorod, IP Tkacheva E. P., 2016 (in Russ.).

8. Aravind K. R., Raja P., Pérez-Ruiz M. Task-based agricultural mobile robots in arable farming: a review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2017; 15.

9. Smirnov I. G., Marchenko L. A., Lichman G. I. Bepilotnye letatel'nye apparaty dlya vneseniya pestitsidov i udobrenii v sisteme tochnogo zemledeliya [Unmanned aerial vehicles for the application of pesticides and fertilizers in the precision farming system]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii. – Agricultural Machinery and Technologies*, 2017; 3: 10–16 (in Russ.).

10. Voronkov I. V. Metodika i apparatno-programmnye sredstva dlya monitoringa sostoyaniya posevov na rannikh stadiyakh vegetatsii [Methodology and hardware and software for monitoring the condition of crops in the early stages of vegetation]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii. – Agricultural Machinery and Technologies*, 2017; 5: 33–37 (in Russ.).

11. Kurnosov A. F., Guskov Yu. A. Sposob uborki zernovykh kul'tur [Method of grain crop harvesting]. *Patent RF, no 2659243 yandex.ru* 2020 Retrieved from https://yandex.ru/patents/doc/RU2659243C1_20180629 (Accessed 10 February 2023) (in Russ.).

12. Izmailov A. Yu., Lobachevskii Ya. P., Khoroshenkov V. K. Optimizatsiya upravleniya tekhnologicheskimi protsessami v rastenievodstve [Optimization of process control in crop production]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii. – Agricultural Machinery and Technologies*, 2018; 12 (3): 4–11 (in Russ.).

13. Izmailov A. Yu., Khoroshenkov V. K., Kolesnikova V. A. Sredstva avtomatizatsii dlya upravleniya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki [Automation tools for the control of agricultural machinery]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii. – Agricultural Machinery and Technologies*, 2017; 3: 3–9 (in Russ.).

© Гуськов Ю. А., Курносов А. Ф., 2023

Статья поступила в редакцию 20.04.2023; одобрена после рецензирования 16.05.2023; принята к публикации 22.05.2023.

The article was submitted 20.04.2023; approved after reviewing 16.05.2023; accepted for publication 22.05.2023.

Информация об авторах

Гуськов Юрий Александрович, доктор технических наук, доцент, директор инженерного института Новосибирского государственного аграрного университета, nsauii@ngs.ru;

Курносов Антон Федорович, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Новосибирский государственный аграрный университет, anton_kurnosov@mail.ru

Information about authors

Yuriy A. Guskov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Engineering Institute of Novosibirsk State Agrarian University, nsauii@ngs.ru;

Anton F. Kurnosov, Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department of Machine and Tractor Fleet Operation, Novosibirsk State Agrarian University, anton_kurnosov@mail.ru

Научная статья

УДК 641.85

EDN IIRLCP

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_102

Применение растительного сырья Дальневосточного региона в технологии производства функционального пищевого продукта

Юлия Юрьевна Денисович¹, Елена Юрьевна Осипенко²,
Екатерина Юрьевна Кичигина³, Галина Антоновна Гаврилова⁴

^{1, 2, 3, 4} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ dienisovich.78@mail.ru, ² osipenkoelenau@mail.ru,

³ katyvodolagina@gmail.com, ⁴ galina.gavrilova.47@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения растительного сырья дальневосточного региона в технологии производства функционального пищевого продукта. Объектами исследований являлись образцы желе «Калиновое с арабиногалактаном». В рецептуру включили различные дозировки плодов калины красной – 10; 15 и 20 % к массе сырья (образцы № 1, № 2 и № 3). Количество арабиногалактана во всех рецептурах составило 2,5 %. Нами разработана технологическая схема производства желе «Калиновое с арабиногалактаном». На основании проведения органолептического анализа, для исследований выбран образец № 2, с включением в рецептуру 15 % плодов калины красной и 2,5 % арабиногалактана. При определении физико-химических показателей получены следующие значения: массовая доля влаги – 67,61 %; массовая доля титруемых кислот – 1,6 %; примесей не обнаружено. В результате проведения микробиологического исследования установлено, что анализируемые показатели находятся в пределах нормы и соответствуют требованиям нормативных документов. Значения аминокислотного состава свидетельствуют о наличии в желе 14 аминокислот, из которых 8 незаменимых и 6 заменимых. При исследовании витаминного состава определялось содержание каротина, витамина Р (рутина), витамина С (аскорбиновой кислоты) и витамина Е; их содержание составило: 26,5; 116,8; 44,0 и 0,87 мг соответственно. На завершающем этапе исследований проведен анализ опасных факторов, выявлены критические контрольные точки, разработаны предупреждающие действия для каждой стадии производственного процесса.

Ключевые слова: плоды калины красной, арабиногалактан, функциональный продукт, биологическая ценность, контроль качества

Для цитирования: Денисович Ю. Ю., Осипенко Е. Ю., Кичигина Е. Ю., Гаврилова Г. А. Применение растительного сырья Дальневосточного региона в технологии производства функционального пищевого продукта // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 102–111. doi: 10.22450/19996837_2023_2_102.

Original article

The use of plant raw materials of the Far East region in the production technology of a functional food product

Yulia Yu. Denisovich¹, Elena Yu. Osipenko²,
Ekaterina Yu. Kichigina³, Galina A. Gavrilova⁴

^{1, 2, 3, 4} Far Eastern State Agricultural University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ dienisovich.78@mail.ru, ² osipenkoelenau@mail.ru,

³ katyvodolagina@gmail.com, ⁴ galina.gavrilova.47@mail.ru

Abstract. The article considers the possibility of using vegetable raw materials of the Far East region in the production technology of a functional food product. The objects of the research were the samples of guelder rose jelly with arabinogalactan. The recipe included various dosages of guelder rose fruits – 10; 15 and 20 % by weight of raw materials (samples No. 1, No. 2, No. 3). The amount of arabinogalactan in all formulations was 2.5 %. The technological production scheme of «Guelder rose jelly with arabinogalactan» was developed. Based on the organoleptic analysis, sample No. 2 was selected for research, with the inclusion of 15 % of guelder rose fruits and 2.5 % of arabinogalactan in the recipe. When determining the physical and chemical parameters the following values were obtained: the mass fraction of moisture was 67.61 %; mass fraction of titratable acids 1.6 %; the presence of impurities – was not detected. As a result of microbiological study it was found that the studied parameters were within normal limits and met the requirements of regulatory documents. The values of the amino acid composition indicated the presence of 14 amino acids in the jelly, of which 8 amino acids were essential and 6 were non-essential. The study of the vitamin composition determined the content of carotene, vitamin P (rutin), vitamin C (ascorbic acid) and vitamin E in the content of 26.5; 116.8; 44.0 and 0.87 mg respectively. At the final stage of research an analysis of hazards was carried out, critical control points were identified and preventive actions were developed for each stage of the production process.

Keywords: guelder rose fruits, arabinogalactan, functional product, biological value, quality control

For citation: Denisovich Yu. Yu., Osipenko E. Yu., Kichigina E. Yu., Gavrilova G. A. Primenenie rastitel'nogo syr'ja dal'nevostochnogo regiona v tehnologii proizvodstva funktsional'nogo pishheвого продукта [The use of plant raw materials of the Far East region in the production technology of a functional food product]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 102–111 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_102.

Введение. При производстве функциональных пищевых продуктов предпочтение отдается натуральным природным компонентам. Перспективным направлением в разработке технологии продукции с заданными свойствами является сочетание нескольких ингредиентов, обладающих функциональными свойствами.

По мнению отечественных и зарубежных ученых, при производстве функциональных продуктов широко используется ягодное сырье [1]. Ягоды являются источниками витаминов, макро- и микроэлементов, природных углеводов, биологически активных веществ.

Уникальный химический состав имеют плоды калины красной. Однако, из-за специфического вкуса и аромата, ассортимент пищевых продуктов с добавлением калины, в сравнении с продукцией из традиционного ягодного сырья, достаточно ограниченный [2].

О применении калины в качестве функционального ингредиента свидетельствуют данные исследований многих авторов. Так, Ф. А. Бисчоковой доказана целесообразность применения плодов калины в производстве хлебобулочных изделий [3]. С. Ф. Винницкая с соавт. разра-

ботали рецептуры продуктов питания на основе плодов и листьев калины: сиропы функциональные; фруктовые батончики; драже из порошка калины с медом; конфеты из цукатов калины с добавлением сиропов из шалфея и мяты; функциональные фруктовые чаи из листьев, сушеных плодов калины или сушеных выжимок калины [4].

Помимо функциональных ингредиентов с высоким содержанием витаминов, большой интерес вызывают пищевые ингредиенты, обладающие пребиотическими свойствами.

В качестве источника пищевых волокон активно используется пищевая добавка «Лавитол-арабиногалактан», которая представляет собой водорастворимый полисахарид растительного происхождения, получаемый из комлевой части древесины лиственниц Сибирской и Даурской.

По данным АО «Аметис», содержание пищевых волокон в добавке «Лавитол-арабиногалактан» составляет 98,8 %. Арабиногалактан обладает термической и гидролитической стабильностью, влагоудерживающей способностью, бактерицидными и пребиотическими свойствами. Кроме того, арабиногалактан способствует

ет образованию короткоцепочечных жирных кислот, важных для нормальной работы организма [5]. Применение арабиногалактана разрешено на территории РФ, что подтверждено рядом нормативных документов.

Таким образом, в качестве функциональных ингредиентов предлагаются плоды калины красной и арабиногалактан. Это позволит повысить технологические и качественные показатели функционального продукта.

Цель исследования – изучить возможность применения растительного сырья Дальневосточного региона в технологии производства желированного десерта.

В соответствии с поставленной целью нами поставлены и решены следующие задачи: разработать технологию производства желированного десерта с использованием функциональных ингредиентов; определить физико-химические, микробиологические и органолептические показатели готового изделия; исследовать аминокислотный и витаминный составы; разработать программу контроля, основанную на принципах ХАССП.

Объекты и методы исследования. Объектами исследований выступают опытные образцы желе «Калиновое с арабиногалактаном» с различной дозой внесения ягодного сырья.

Экспериментальная часть работы проводилась в специализированных лабораториях Дальневосточного государственного аграрного университета и в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции Всероссийского научно-исследовательского института сои.

Аминокислотный состав готового продукта определяли на ИК-анализаторе. Отбор проб для определения органолептических и физико-химических показателей выполнялся с учетом требований ГОСТ 26313–2014 «Продукты переработки фруктов и овощей. Правила приемки и методы отбора проб». Для проведения микробиологических анализов учитывались положения ГОСТ 32751–2014 «Изделия кондитерские. Методы отбора проб для микробиологических анализов». Полученные значения показателей сравнивали с установленными соответствующими го-

сударственными стандартами и техническими регламентами.

Органолептические показатели определяли по пятибалльной шкале в соответствии с ГОСТ 31986–2012 «Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания». Физико-химические показатели устанавливали, основываясь на требованиях:

ГОСТ 750–2013 (определение титруемой кислотности);

ГОСТ 25555.3–82 (определение минеральных примесей);

ГОСТ 26323–2014 (определение содержания примесей растительного происхождения).

Пищевую добавку «Лавитол-арабиногалактан» приобретали у официального производителя – компании «Амитис» (Благовещенск).

Подготовку и введение арабиногалактана проводили в соответствии с техническим регламентом ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств». Содержание растворимых пищевых волокон подтверждено протоколом испытаний № 2325/1112260 от 21.06.2022 испытательным центром ООО «Эксперт Био» (Санкт-Петербург).

Результаты исследований. На начальном этапе исследований была проведена разработка рецептур на желе «Калиновое с арабиногалактаном». В рецептуру включили различные дозировки плодов калины красной – 10; 15 и 20 % к массе сырья (образцы № 1, № 2 и № 3). Количество арабиногалактана во всех рецептурах составило 2,5 %. Доза внесения арабиногалактана обоснована ранее проведенными исследованиями, а также рядом нормативных документов, согласно которым адекватный и верхний допустимый уровни потребления арабиногалактана – от 10 до 20 граммов в сутки.

Далее, с учетом поставленных задач, нами разработана технологическая схема производства желе «Калиновое с арабиногалактаном» (рис. 1).

Приготовление опытных образцов № 1, № 2 и № 3 проводили по единой технологической схеме.

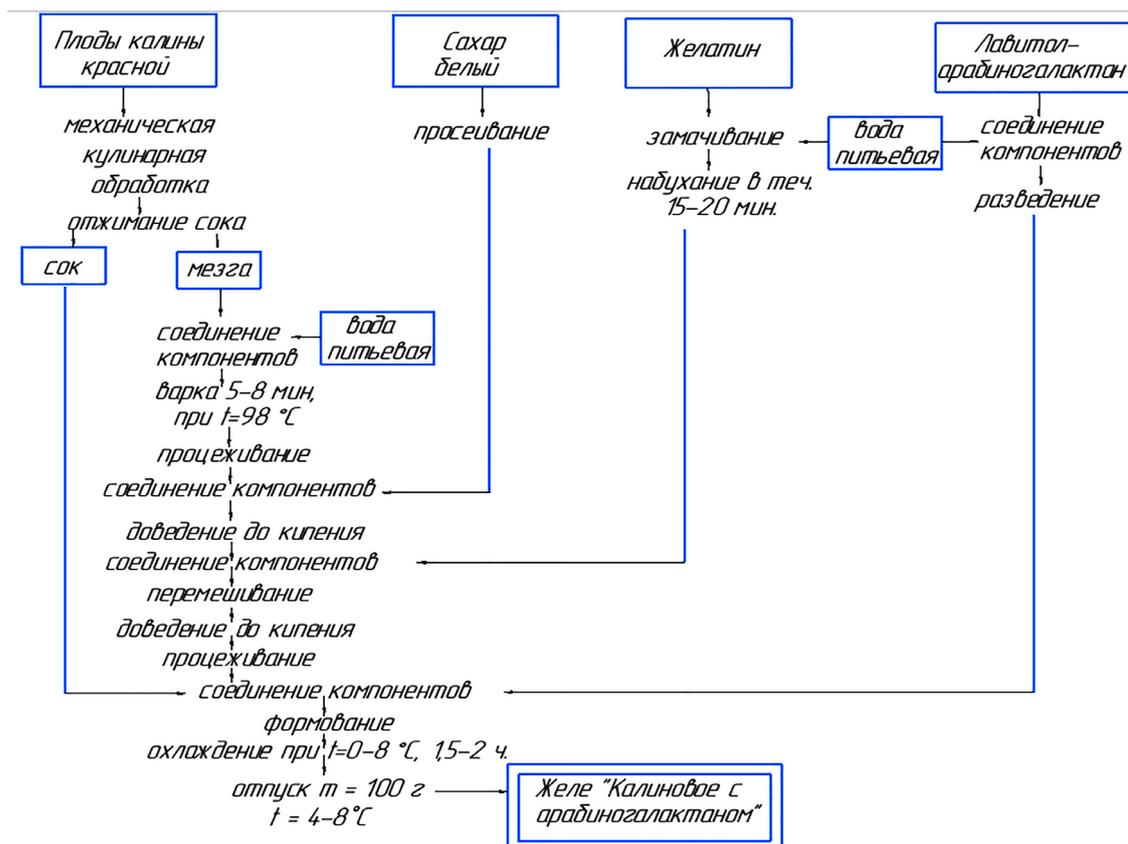


Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления желе «Калиновое с арабиногалактаном»

Figure 1 – Technological scheme for the preparation of "Guelder rose jelly with arabinogalactan"

Перед проведением оценки качества желе «Калиновое с арабиногалактаном» членам дегустационной комиссии были представлены: рецептура изделия, технология приготовления желе, нормативные документы. Эксперты были ознакомлены с правилами проведения дегустационной экспертизы и системой рейтинговой оценки. В случае обнаружения недостатков или дефектов проводилось снижение баллов в соответствии с рекомендациями, установленными ГОСТ 31986–2012 «Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания». Результаты органолептической оценки заносились в дегустационные листы и обрабатывались статистически. Данные представлены на рисунке 2.

Таким образом, средняя оценка образцов № 1, № 2 и № 3 составила 4,48; 4,96 и 4,36 баллов соответственно. Показатель «внешний вид» эксперты оценили высоко во всех представленных образцах

(однородная желированная прозрачная масса; поверхность гладкая, глянцевая). По показателю «цвет» максимальную оценку получил образец № 2 (4,9 баллов), минимальную – образец № 1 (4,0 балла). Снижение баллов в образце № 1 эксперты обосновали тем, что цвет желе был недостаточно интенсивным.

Консистенция всех образцов была прочной, без отслаивания жидкости. Высокие оценки по данному показателю мы связываем с высокой влагоудерживающей и желирующей способностью арабиногалактана. По основным показателям «вкус» и «запах» максимальное количество баллов было у образца № 2, минимальное – у образца № 3. Дегустаторы отметили, что в образце № 3 присутствовал чрезмерный специфический привкус ягодного сырья.

Таким образом, на основании проведения органолептического анализа, для дальнейших исследований был выбран образец № 2, с включением в рецептуру

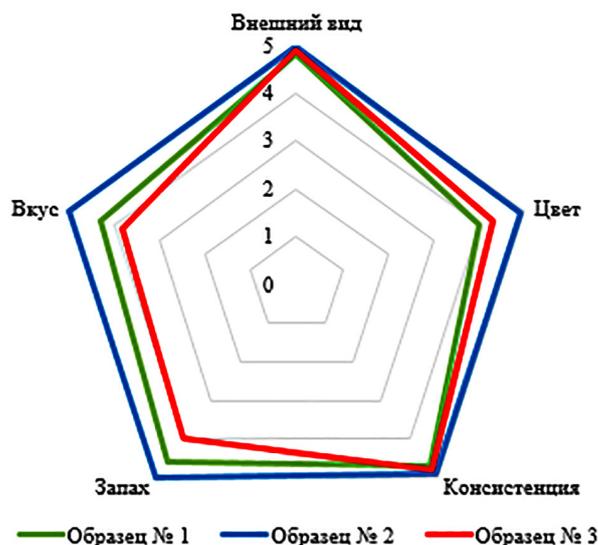


Рисунок 2 – Результаты органолептической оценки опытных образцов

Figure 2 – Results of organoleptic evaluation of samples

15 % плодов калины красной и 2,5 % арабиногалактана.

На следующем этапе исследования определены физико-химические и микробиологические показатели желе «Калиновое с арабиногалактаном», а также аминокислотный и витаминный составы готового продукта.

При определении физико-химических показателей получены следующие значения: массовая доля влаги составила 67,61 %; массовая доля титруемых кислот 1,6 % (при норме от 0,7 до 2,5 %); наличия примесей растительного происхождения,

минеральных и посторонних примесей не обнаружено.

При проведении микробиологического исследования определяли мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ, КОЕ/г), а также бактерий группы кишечной палочки (колиформы), *S. aureus* и другие коагулазоположительные стафилококки, которые не допускаются в одном грамме продукта (табл. 1).

Таким образом, показатели находятся в пределах нормы и соответствуют требованиям нормативных документов.

Таблица 1 – Результаты микробиологического исследования желе «Калиновое с арабиногалактаном»

Table 1 – The results of the microbiological study of “Guelder rose jelly with arabinogalactan”

Наименование показателя	Допустимый уровень определяемых характеристик согласно регламента ТР ТС 021/2011	Результаты испытаний образца желе «Калиновое с арабиногалактаном»
Мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы, КОЕ/г	не более 1×10^3	$0,5 \times 10^3$
Бактерии группы кишечной палочки (коли-формы)	не допускается в 1 г продукта	не обнаружено
<i>S. aureus</i> и др. коагулазоположительные стафилококки	не допускается в 1 г продукта	не обнаружено

Одним из показателей качества продукта является его биологическая ценность. Содержание аминокислот в исследуемом продукте показано на рисунках 3 и 4.

Данные рисунков свидетельствуют о наличии в желе «Калиновое с арабиногалактаном» 14 аминокислот, из которых восемь незаменимые (отсутствуют триптофан, метионин) и шесть заменимые

(отсутствует цистин). Полученные данные показывают биологическую ценность и качество желированного десерта, приготовленного на основе ягод калины красной.

При исследовании витаминного состава определяли содержание каротина, витамина Р (рутина), витамина С (аскорбиновой кислоты) и витамина Е.

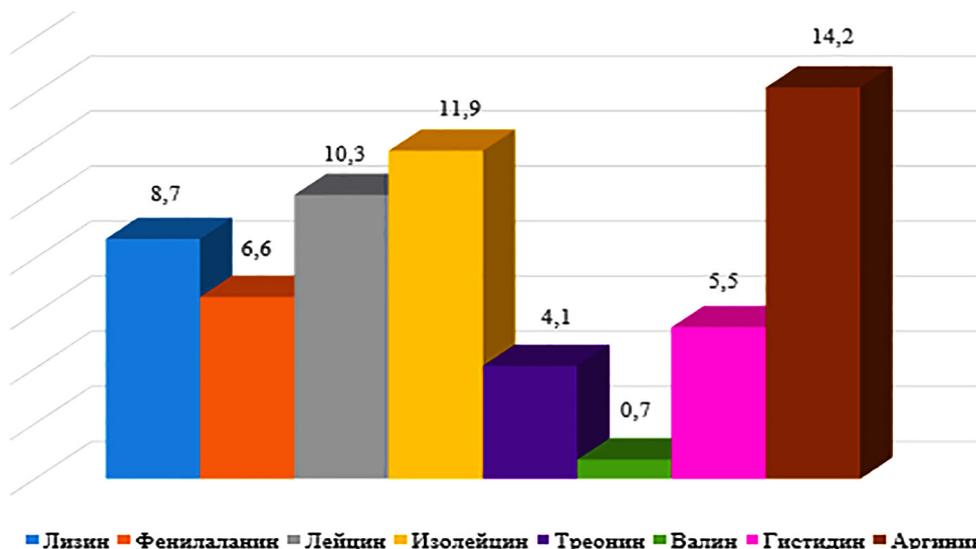


Рисунок 3 – Содержание в желе «Калиновое с арабиногалактаном» незаменимых аминокислот, % сухого вещества

Figure 3 – Content essential amino acids in "Guelder rose jelly with arabinogalactan", % dry matter

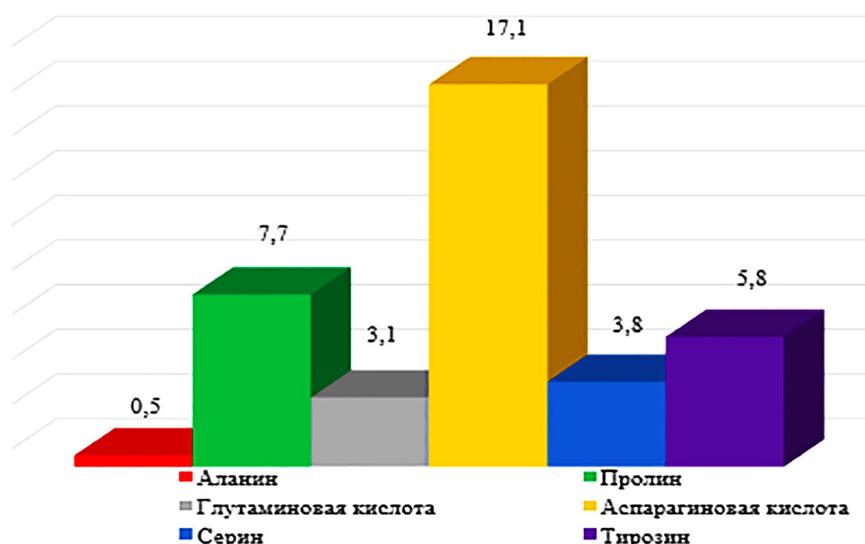


Рисунок 4 – Содержание в желе «Калиновое с арабиногалактаном» заменимых аминокислот, % сухого вещества

Figure 4 – Content nonessential amino acids in "Guelder rose jelly with arabinogalactan", % dry matter

Каротин в желе «Калиновое с арабиногалактаном» определяли фотометрическим методом, способами настаивания и термостатирования. При этом использование разных способов определения каротина позволило получить различные значения его количества. При способе настаивания количество каротина в желе составляет 26,5 мг/кг, что на 76,6 % выше, чем при методе термостатирования (15 мг/кг).

Таким образом, доказано, что желе «Калиновое с арабиногалактаном» обогащено каротином, который благотворно влияет на организм человека. При употреблении 100 г желе в организм поступает 2,6 мг каротина, что составляет 43 % от его суточной потребности.

В результате определения содержания рутина установлено, что в 100 г продукта содержится 116,8 мг витамина Р. Суточная потребность для взрослого человека в витамине Р составляет в среднем 30–50 мг. В лечебных дозах витамин Р принимают по 100–200 мг в сутки. Таким образом, желе обогащено витамином Р, который в два раза превышает его суточную дозу. Следовательно, его можно употреблять как в лечебных целях, так и для профилактики сосудистых заболеваний, возникающих при недостатке витамина Р.

Для количественного определения аскорбиновой кислоты применяли метод визуального титрования, используя окислительно-восстановительную реакцию с 2,6-дихлорфенолиндофенола (реактивом Тильманса). При проведении расчетов установлено содержание витамина С в количестве 44 мг. Потребность в витамине С составляет 70–100 мг/сут. Таким образом, при употреблении 100 г желе организм получает 50 % требуемого суточного количества витамина С.

При определении количества витамина Е установлено, что в 100 г желе «Калиновое с арабиногалактаном» его содержится 0,87 мг, что составляет 8,7 % от суточной потребности.

Таким образом, при проведении исследований и расчетов экспериментально установлено значительное обогащение желеированного десерта витаминами, что позволяет рекомендовать его к употреблению при недостатке витаминов С, Е, Р и β-каротина в организме, в диетическом

питании и повседневном употреблении. Кроме того, включение в состав рецептуры желе арабиногалактана повысило качество готового изделия за счет пищевых волокон.

В соответствии с требованиями СанПиН 2.3/2.4.3590–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения», при производстве пищевой продукции необходимо разрабатывать программу контроля, основанную на принципах ХАССП.

На завершающем этапе исследований, с целью контроля производства желе «Калиновое с арабиногалактаном» проведен анализ опасных факторов, выявлены критические контрольные точки (ККТ), разработаны предупреждающие действия для каждой стадии производственного процесса (табл. 2).

Таким образом, при производстве предлагаемого продукта в отношении каждой отдельной операции нами установлены критические контрольные точки, разработаны предупреждающие действия для осуществления контроля на всех этапах производственного процесса и выпуска функционального пищевого продукта высокого качества.

Заключение. 1. С учетом поставленных задач разработана технология желеированного десерта с применением растительного сырья Дальневосточного региона.

2. В лабораторных условиях апробирован технологический процесс производства желе «Калиновое с арабиногалактаном», определены органолептические, физико-химические и микробиологические показатели.

3. Содержание витаминов, наличие аминокислот, а также пищевых волокон за счет арабиногалактана позволяет рекомендовать желе в качестве функционального пищевого продукта.

4. Разработанная программа производственного контроля будет способствовать выпуску продукции высокого качества, безопасной для потребителей.

Таблица 2 – Анализ ККТ и разработка предупреждающих действий при производстве функционального продукта

Table 2 – Analysis of CCP and development of preventive actions in the production of a functional product

Наименование операции	Критическая контрольная точка	Контролируемые признаки	Действия (предупреждающие)
Прием сырья, хранение сырья (плоды калины красной, сахар-песок, желатин, пищевая добавка «Лавитол-арабиногалактан»)	повышенная влажность сухих продуктов; наличие инородных примесей и недопустимых дефектов	влажность (сахар-песок, желатин, пищевая добавка «Лавитол-арабиногалактан»); изменение органолептических показателей (плоды калины красной)	контроль товарно-сопроводительной документации, входной контроль; соблюдение режимов хранения (относительная влажность воздуха, температура)
Механическая кулинарная обработка плодов калины красной	наличие органических примесей; механические и микробиологические повреждения	наличие органических примесей не более допустимого значения (0,5 %); органолептические показатели	визуальный контроль; соблюдение требований к механической кулинарной обработке
Замачивание желатина	несоблюдение технологических параметров	температура водной среды; продолжительность технологической операции	соблюдение технологического режима (температура воды не менее 97 °С, продолжительность 40–60 минут)
Внесение компонентов	несоблюдение соотношения компонентов; несоблюдение количества вносимых компонентов	соотношение компонентов; количество вносимых компонентов	строгое соблюдение норм закладки сырья, рецептуры
Соединение компонентов, перемешивание, процеживание	неоднородность консистенции; несоблюдение соотношения компонентов	внешний вид, консистенция	соблюдение технологического режима; визуальный контроль; соблюдение норм закладки ингредиентов (согласно рецептуре)
Охлаждение	нарушение температурного режима	температура	соблюдение технологического режима (охлаждение при температуре 0–8 °С)
Отпуск желе «Калиновое с арабиногалактаном»	нарушение органолептических показателей, температурного режима, выхода (массы) продукта	внешний вид, цвет, консистенция, вкус, запах, температура подачи, выход готового блюда (продукта)	визуальный осмотр; контроль температуры и массы продукта (температура от 4 до 8 °С, масса продукта 100 г)

Список источников

1. Технологии применения фруктово-ягодных выжимок для производства функциональных продуктов / Т. В. Першакова, С. М. Горлов, А. А. Тягушева [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2021. № 170. С. 237–252.
2. Попова Е. И. Инновационная технология приготовления фруктовых снеков для функционального питания из калины обыкновенной // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2017. № 3. С. 122–126.
3. Бисчокова Ф. А., Бориева Л. З., Шогенова И. Б. Применение полуфабрикатов из дикорастущего сырья для повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий // Новые технологии. 2020. Вып. 1 (51). С. 11–20.
4. Разработка технологических рекомендаций по организации производства функциональных пищевых продуктов из местного фруктового и овощного сырья / В. Ф. Виницкая, Е. И. Попова, Д. В. Акишин [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2018. № 1. С. 101–106.
5. Ермолаев А. О., Бабухадия К. Р., Решетник Е. И. Функциональный творожный продукт, обогащенный нетрадиционными растительными компонентами // Новые технологии. 2021. Т. 17. № 4. С. 62–71.

References

1. Pershakova T. V., Gorlov S. M., Tyagushcheva A. A., Semiryazhko E. S. Tekhnologii primeneniya fruktovo-yagodnykh vyzhimok dlya proizvodstva funktsional'nykh produktov [Technological for application of fruit-berry pomace for production of functional product]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, 2021; 170: 237–252 (in Russ.)*.
2. Popova E. I. Innovatsionnaya tekhnologiya prigotovleniya fruktovykh snekov dlya funktsional'nogo pitaniya iz kaliny obyknovennoi [Innovative technology of fruit snacks production from European cranberry bush for functional nutrition]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2017; 3: 122–126 (in Russ.)*.
3. Bischokova F. A., Borieva L. Z., Shogenova I. B. Primenenie polufabrikatov iz dikorastushchego syr'ya dlya povysheniya pishchevoi tsennosti khlebobulochnykh izdelii [Application of semi-finished products from raw materials to increase the nutritional value of baked products]. *Novye Tekhnologii. – New Technologies, 2020; 1 (51): 11–20 (in Russ.)*.
4. Vinitskaya V. F., Popova E. I., Akishin D. V., Danilin S. I., Parusova K. V. Razrabotka tekhnologicheskikh rekomendatsii po organizatsii proizvodstva funktsional'nykh pishchevykh produktov iz mestnogo fruktovogo i ovoshchnogo syr'ya [Development of manufacturing recommendations on organization of functional food production from local fruit and vegetable raw materials]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2018; 1: 101–106 (in Russ.)*.
5. Ermolaev A. O., Babukhadiya K. R., Reshetnik E. I. Funktsional'nyi tvorozhnyi produkt, obogashchennyi netraditsionnymi rastitel'nymi komponentami [Functional cottage cheese product enriched with non-traditional vegetable components]. *Novye Tekhnologii. – New Technologies, 2021; 17; 4: 62–71 (in Russ.)*.

© Денисович Ю. Ю., Осипенко Е. Ю., Кичигина Е. Ю., Гаврилова Г. А., 2023

Статья поступила в редакцию 15.05.2023; одобрена после рецензирования 11.06.2023; принята к публикации 15.06.2023.

The article was submitted 15.05.2023, approved after reviewing 11.06.2023; accepted for publication 15.06.2023.

Информация об авторах

Денисович Юлия Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, dienisovich.78@mail.ru;

Осипенко Елена Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный аграрный университет, osipenkoelenau@mail.ru;

Кичигина Екатерина Юрьевна, кандидат технических наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, 3katyvodolagina@gmail.com;

Гаврилова Галина Антоновна, доктор ветеринарных наук, Дальневосточный государственный аграрный университет, galina.gavrilova.47@mail.ru

Information about the authors

Yulia Yu. Denisovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, dienisovich.78@mail.ru;

Elena Yu. Osipenko, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, osipenkoelenau@mail.ru;

Ekaterina Yu. Kichigina, Candidate of Technical Sciences, Far Eastern State Agrarian University, katyvodolagina@gmail.com;

Galina A. Gavrilova, Doctor of Veterinary Sciences, Far Eastern State Agrarian University, galina.gavrilova.47@mail.ru

Научная статья

УДК 631.372:629.114.2

ГРНТИ 68.85.87

EDN EXGUPO

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_112

Повышение производительности экспериментального колесного агрегата на полевых работах

Владимир Викторович Леонов¹, Алексей Николаевич Кушнарев²,
Евгений Владимирович Маршанин³, Евгений Евгеньевич Кузнецов⁴,
Сергей Васильевич Щитов⁵

^{1, 3, 4, 5} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

² Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского, Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ leonovvladimir@mail.ru, ² leha.kushnarev.79@gmail.com,

³ marshaninev@mail.ru, ⁴ ji.tor@mail.ru, ⁵ shitov.sv1955@mail.ru

Аннотация. Современный уровень механизации предприятий-сельхозтоваропроизводителей, имеющих в своем обороте большие земельные площади, характеризуется наличием значительного количества колесных энергонасыщенных полурамных тракторов 5–8 тягового классов. Применение тракторов данных классов на мелкоконтурных полях центральной и северной сельскохозяйственных зон Амурской области, отличающихся значительным наличием склоновых полей с углом склона более 5 градусов, не соответствует параметрам эффективности и безопасности. Также следует отметить, что в производстве сельскохозяйственных культур Амурской области значительную роль выполняют и небольшие крестьянские (фермерские) хозяйства, при этом объем производимой ими продукции составляет до 28 % общих валовых сборов в растениеводстве области. Отмечено, что большинство мелкоконтурных полей региона принадлежит и возделывается именно этими хозяйствами. Необходимость обработки полей отражается на формировании машинно-тракторных парков данной категории хозяйств. Это предопределяет использование для проведения сельскохозяйственных работ тракторов классов 1.4–2; при этом их технологические характеристики требуют улучшения за счет внедрения и применения новых технических решений. В статье рассмотрены вопросы формирования производительности перспективного колесного машинно-тракторного агрегата, оснащенного догружающе-стабилизирующим устройством, новизна которого, изобретательский уровень и промышленная применимость подтверждены патентом РФ на результат интеллектуальной деятельности. Предложен оригинальный математический аппарат, способствующий расчету эффективности машинно-тракторного агрегата. Установлено, что установка устройства предлагаемой конструкции в ходовой системе агрегата способна повысить его рабочую скорость как при выполнении полевых работ, так и в ходе движения по транспортным маршрутам; снизить буксование, увеличить коэффициент использования времени смены.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат, улучшение технологических параметров, производительность, эффективность

Для цитирования: Леонов В. В., Кушнарев А. Н., Маршанин Е. В., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Повышение производительности экспериментального колесного агрегата на полевых работах // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 112–120. doi: 10.22450/19996837_2023_2_112.

Original article

Improving the performance of an experimental wheeled unit in the field

Vladimir V. Leonov¹, Alexey N. Kushnarev², Evgeny V. Marshanin³,
Evgeny E. Kuznetsov⁴, Sergey V. Shchitov⁵

^{1,3,4,5} Far Eastern State Agricultural University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

² Far Eastern Higher Combined Arms Command School named after Marshal of the Soviet Union K. K. Rokossovsky, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ leonovvladimir@mail.ru, ² leha.kushnarev.79@gmail.com,

³ marshaninev@mail.ru, ⁴ ji.tor@mail.ru, ⁵ shitov.sv1955@mail.ru

Abstract. The modern level of mechanization of agricultural enterprises with large land areas in their turnover is characterized by the presence of a significant number of wheeled energy-saturated semi-frame tractors of 5–8 traction class. The use of tractors of this class on small-contour fields of the central and northern agricultural zones of the Amur region, characterized by the significant presence of slope fields with a slope angle of more than 5 degrees, does not correspond to the parameters of efficiency and safety. It should also be noted that small peasant farms also play a significant role in the production of agricultural crops in the Amur region, while the volume of products produced by them is up to 28 % of the total gross crop production in the region. At the same time, it is noted that most of the small-scale fields of the region belong to and are cultivated by the farms. The need for their processing is reflected in the formation of machine and tractor parks of this category of farms. What determines the use of tractors of class 1.4–2 for agricultural work, while their technological characteristics require improvement through the introduction and application of new technical solutions. The article deals with the issues of forming the performance of a promising wheeled machine-tractor unit equipped with a loading-stabilizing device, the novelty of which, the inventive level and industrial applicability are confirmed by a patent of the Russian Federation for the result of intellectual activity. An original mathematical apparatus is proposed that contributes to the calculation of the efficiency of the machine-tractor unit. It is established that the installation of the device of the proposed design in the running system of the unit is able to increase the working speed both during field work and during movement along transport routes, reduce slipping, increase the utilization factor of shift time.

Keywords: machine-tractor unit, improvement of technological parameters, performance, efficiency

For citation: Leonov V. V., Kushnarev A. N., Marshanin E. V., Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. Povyshenie proizvoditel'nosti eksperimental'nogo kolyosnogo agregata na polevyh rabotah [Improving the performance of an experimental wheeled unit in the field]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2023; 17; 2: 112–120 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_112.

Введение. Повышение производительности машинно-тракторных агрегатов при снижении энергетических затрат является основным направлением улучшения эффективности применения средств механизации в сельском хозяйстве [1, 2].

При этом современный уровень механизации предприятий-сельхозтоваропроизводителей, имеющих в своем обороте большие земельные площади, характеризуется наличием значительного количества колесных энергонасыщенных

полурамных тракторов 5–8 тягового классов [3–5]. Применение тракторов данных классов на мелкоконтурных полях центральной и северной сельскохозяйственных зон Амурской области, отличающихся значительным наличием склоновых полей с углом склона более 5 градусов, не соответствует параметрам эффективности и безопасности [6, 7].

Также следует отметить, что в производстве сельскохозяйственных культур Амурской области значительную роль

выполняют и небольшие крестьянские (фермерские) хозяйства, при этом объем производимой ими продукции составляет 28 % общих валовых сборов в растениеводстве области.

Как показали проведенные исследования, основным энергетическим средством таких хозяйств являются колесные универсально-пропашные тракторы класса 1,4 с колесной формулой 4К2. Обладая большим преимуществом в виде многофункциональности, данные тракторы не в полной мере могут реализовать свои тягово-сцепные качества, так как часть сцепного веса (около одной трети) приходится на передние неведущие управляемые колеса.

В связи с этим в рамках научной темы «Мобильная энергетика» в Дальневосточном государственном аграрном университете на основании проведенного патентного поиска и анализа работ [8, 9] разработана, внедрена и успешно используется конструкция тросового догружающе-стабилизирующего устройства по патенту РФ № 196181 «Регулятор сцепного веса бороновального агрегата» (рис. 1).

Предложенное устройство, как показали исследования, обладает конструктивными возможностями, способствующими расширению технологических параметров серийного машинно-тракторного агрегата, состоящего из колесного трактора моноблочной компоновки типа МТЗ и сельскохозяйственного орудия, а также повышению его производительности.

Материалы и методы исследования. Как известно, время выполнения сельскохозяйственной операции в рамках рабочей смены складывается из нескольких составляющих, немаловажной из которых является время, затраченное на доставку или самостоятельное перемещение машинно-тракторного агрегата к месту проведения полевой операции.

В связи с этим, общие затраты времени ($T_{общ}$) при постоянном нахождении средств механизации в месте основной дислокации сельхозтоваропроизводителя возможно представить в виде выражения (1) [10]:



Рисунок 1 – Фрагмент экспериментальных исследований на транспортных работах
Figure 1 – Fragment of experimental studies on transport work

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{пер}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{рег}} + T_{\text{раб}} \quad (1)$$

где $T_{\text{пер}}$ – время самостоятельного перемещения машинно-тракторного агрегата (МТА) к месту проведения полевой операции, час;

$T_{\text{обсл}}$ – время на обслуживание МТА в ходе полевых работ, час;

$T_{\text{рег}}$ – время регулировки сельскохозяйственной машины для условий проведения полевой операции, час;

$T_{\text{раб}}$ – время проведения непосредственных полевых работ в рамках одной рабочей смены, час.

Как правило, машинно-тракторный агрегат после окончания смены в хозяйстве возвращается на центральную усадьбу. Таким образом, формулу (1) можно представить в виде выражения (2):

$$T_{\text{общ}} = 2T_{\text{пер}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{рег}} + T_{\text{раб}} \quad (2)$$

В общем случае время, затрачиваемое на переезды, можно определить по формуле (3):

$$T_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{пер}}}{V_{\text{раб. пер}}} \quad (3)$$

где $S_{\text{пер}}$ – общая длина маршрута на переезды МТА для выполнения сельскохозяйственной операции, км;

$V_{\text{раб. пер}}$ – рабочая скорость движения МТА, км/ч.

Так как общее расстояние от поля, где выполняется единичная сельскохозяйственная операция, остается величиной постоянной, то, следовательно, уменьшить время, затрачиваемое на переезды, возможно только за счет увеличения скорости движения. Это, в свою очередь, позволит увеличить время проведения непосредственных полевых работ в рамках одной рабочей смены.

Так как на величину производительности большое влияние оказывает коэффициент использования рабочей смены, который непосредственно зависит от основного времени смены, то необходимо, чтобы выполнялось условие (4):

$$\tau_3 > \tau \rightarrow \max \quad (4)$$

где τ_3 – коэффициент использования рабочей смены экспериментального МТА;

τ – коэффициент использования времени смены при использовании серийного МТА.

Для лучшего анализа предложенного устройства с точки зрения использования времени смены введем так называемый коэффициент улучшения, который в нашем случае должен быть:

$$K = \frac{\tau_3}{\tau} > 1 \quad (5)$$

Таким образом, можно сделать вывод, что использование предложенного устройства позволяет получить большую эффективность при эксплуатации агрегата за счет повышения скорости движения и, как следствие, увеличения коэффициента использования рабочей смены.

На основании проведенных производственных испытаний установлено, что предлагаемое устройство по патенту Российской Федерации [11] (рис. 2) позволяет увеличить скорость движения при переездах к месту работы за счет стабилизации движения машинно-тракторного агрегата (снижения колебательных реакций трактора и сельскохозяйственной машины в движении). Следовательно, уменьшается и время, затрачиваемое на эту операцию, что в конечном итоге повышает коэффициент использования времени смены. Кроме этого, использование данного устройства позволяет повышать нагрузку на ведущие колеса трактора за счет перераспределения части нагрузки между сельскохозяйственным орудием и трактором, что в конечном итоге улучшает тягово-сцепные свойства энергетического средства, снижая при этом величину буксования [12].

Эффективность использования борнового машинно-тракторного агрегата определяется его производительностью по формуле (6) [9, 10]:

$$W = 0,36B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (6)$$

где B_p – ширина захвата агрегата, м;

V_p – рабочая скорость движения МТА при выполнении полевой операции, км/ч.



Рисунок 2 – Фрагмент проведения эксперимента на полевых работах
Figure 2 – Fragment of experimental studies on transport work

Анализ формулы (6) позволяет сделать вывод, что величина производительности во многом зависит от таких показателей как:

- 1) ширина захвата;
- 2) рабочая скорость движения;
- 3) коэффициент использования времени рабочей смены.

Таким образом, в нашем случае основными факторами формирования производительности машинно-тракторного агрегата будут являться два показателя: скорость движения и коэффициент использования времени смены.

Рабочая скорость движения во многом определяется величиной буксования:

$$V_p = V_T(1 - \delta) \quad (7)$$

где V_m – теоретическая скорость агрегата, км/ч;

δ – величина буксования энергетического средства.

В зависимости от коэффициента использования времени смены, уравнение (6) можно представить как выражение (8), определяющего производительность серийного МТА, и в виде выражения (10), определяющего производительность экспериментального МТА:

$$W = 0,36B_p \cdot V_T \cdot (1 - \delta) \cdot \tau, \quad (8)$$

$$W = 0,36B_p \cdot V_T \cdot (1 - \delta) \cdot \tau_s, \quad (9)$$

$$\text{или } W = 0,36B_p \cdot V_T \cdot (1 - \delta) \cdot K \tau_s, \quad (10)$$

Анализируя уравнение (10), можно отметить, что производительность экспериментального машинно-тракторного агрегата будет выше, чем серийного, так как коэффициент улучшения больше единицы.

В условиях Амурской области для повышения тягово-сцепных свойств необходимо оптимизировать сцепной вес в зависимости от несущей способности и состояния почвы [12–14].

В работах [9, 10] связь между производительностью и сцепным весом предлагается определять по формуле (11):

$$W = 0,36B_p \cdot V_T \cdot \left(1 - \frac{0,248 \frac{P_{кр}}{G_{3,6}}}{1 - 3,077 \left(\frac{P_{кр}}{G_{3,6}}\right)^3}\right) \cdot \tau_s, \quad (11)$$

где P – тяговое усилие трактора, кН;
 $G_{3,6}^{кр}$ – вес, приходящийся на задние ведущие колеса трактора, кН.

Результаты исследования и их обсуждение. Таким образом, использование предложенного устройства позволяет в зависимости от состояния почвы изменять как сцепной вес трактора, так и вес, приходящийся на агрегатируемую им борону [15].

На основании ранее проведенных исследований [13], было получено уравнение (12) для определения сцепного веса (Y_2) при работе устройства.

Для лучшего анализа полученного уравнения величину сцепного веса (Y_2) обозначили через величину Q .

$$\begin{aligned}
 Y_2 = & \frac{G(B-a)}{B} + \frac{G_n d}{BB} (B+C') + \frac{F \sin \beta}{\sin \beta + \cos \beta \operatorname{tg} d} \cdot \frac{B+C'}{B} + \\
 & + \left(\frac{F \cos \beta \cdot \cos d}{\sin(d+\beta)} - \frac{F \cos \beta}{\sin \beta + \cos \beta \operatorname{tg} d} \right) \frac{h_B (B+C')}{BB \cdot \cos \gamma} + \\
 & + \frac{F \cos \beta \cos d \cdot (h+h_b)}{\sin(\beta+d) \cdot B} = \frac{G(B-a)}{B} + \frac{G_n d}{BB} (B+C') + \\
 & + F \frac{\sin \beta}{\sin \beta + \cos \beta \operatorname{tg} d} \cdot \frac{B+C'}{B} + \left(\frac{\cos d}{\sin(d+\beta)} - \frac{1}{\sin \beta + \cos \beta \operatorname{tg} d} \right) \cdot \\
 & \cdot \frac{h_B \cos \beta (B+C')}{BB \cdot \cos \gamma} + \frac{\cos \beta \cos d \cdot (h+h_b)}{\sin(d+\beta) \cdot B}
 \end{aligned} \quad (12)$$

Таким образом, *производительность машинно-тракторного агрегата (6) с учетом уравнений (9, 10, 11) можно представить для серийного МТА выражением (13); для экспериментального МТА – выражением (14):*

$$W = 0,36B_p \cdot V_T \cdot \left(1 - \frac{0,248 \frac{P_{кр}}{G_{3,8}}}{1 - 3,077 \left(\frac{P_{кр}}{G_{3,8}} \right)^3} \right) \cdot \tau, \quad (13)$$

$$W^э = 0,36B_p \cdot V_T \cdot \left(1 - \frac{0,248 \frac{P_{кр}}{G_{3,8} + Q}}{1 - 3,077 \left(\frac{P_{кр}}{G_{3,8} + Q} \right)^3} \right) \cdot K\tau, \quad (14)$$

Заключение. Таким образом, *анализ формул (13) и (14) подтверждает, что за счет установки предлагаемого устройства в системе машинно-тракторного*

агрегата возможно повысить его рабочую скорость движения в ходе выполнения полевых работ и движения по транспортным маршрутам, а также снизить буксование, увеличить коэффициент использования времени смены, что позволит получить большую производительность и эффективность применения машинно-тракторного агрегата в сельском хозяйстве.

В целях производственной проверки были проведены сравнительно-хозяйственные испытания, результаты которых сведены в таблицу 1.

Проведенные сравнительные хозяйственные испытания экспериментального и серийного МТА в производственно-климатических условиях Амурской области при обработке почвы, в сравнении с результатами, полученными в работах [1–4, 13, 14], показали, что при незначительных затратах на производство предложенная конструкция обладает явными положительными характеристиками и повышенными параметрами эффективности при внедрении в технологии растениеводства.

В работе установлено, что использование трактора МТЗ-80 и рамной дисковой бороны БДТ-3 с установленным и исследованным известными методами

Таблица 1 – Результаты сравнительных хозяйственных испытаний на бороновании
Table 1 – Results of comparative economic tests on harrowing

Показатели		Состав МТА (МТЗ-80 + БДТ-3)	
		серийный	экспериментальный
Длина гона, м		950	950
Ширина захвата, м	конструктивная	3,00	3,00
	рабочая	2,92	2,93
Скорость движения, м/с		2,30	2,65
Производительность, га/ч	в час времени движения	2,5	2,81
	в час основного рабочего времени	2,83	3,02
Коэффициент использования времени движения		0,88	0,88
Коэффициент использования времени смены		0,83	0,86
Расход топлива на единицу обработанной площади, кг/га		7,5	6,9

устройством на бороновании позволило повысить производительность в час основного рабочего времени на 16 %. При этом установлено существенное снижение расхода топлива на единицу обработанной площади в пределах 8,6 % по сравнению с серийным агрегатом.

Представленные материалы получены коллективом авторов при совместных исследованиях, а их результаты широко внедрены в сельскохозяйственные процессы и технологии, применяемые рядом

ведущих агропромышленных предприятий региона.

Полученные данные позволили провести актуализацию ряда преподаваемых дисциплин на факультете механизации сельского хозяйства Дальневосточного государственного аграрного университета и предложить обоснованные рекомендации аграрному производству по применению колесных энергетических средств, адаптированных и модернизированных к условиям регионального использования.

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. Баранов А. С., Павлюк А. С. Пути повышения эксплуатационных свойств мобильной машины // Известия Кыргызского государственного технического университета. 2019. № 1 (49). С. 79–90.
3. Беляев В. И., Вольнов В. В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае. Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2010. 178 с.
4. Беляев В. И. Современная техника и информационные технологии в земледелии Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 8 (166). С. 158–162.
5. Раднаев Д. Н. Применение методов системного подхода для проектирования технологических процессов // Аграрная наука. 2010. № 5. С. 28–30.
6. Липкович Э. И., Бельтюков Л. П., Бондаренко А. М. Органическая система земледелия // Техника и оборудование для села. 2014. № 8. С. 2–7.
7. Шишлов С. А., Шишлов А. Н. Теоретические предпосылки повышения эффективности предпосевной подготовки почвы и посева сои на основании оценки совокупных энергозатрат // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего Востока : материалы III нац. (всерос.) науч.-практ. конф. Уссурийск : Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. С. 153–160.
8. Патент № 2691527 Российская Федерация. Способ повышения силы сцепления колес мобильной машины с опорной поверхностью : № 2018112066 : заявл. 03.04.2016 : опубл. 14.06.2018 / Павлюк А. С., Баранов А. С., Собачкин А. В. Бюл. № 17. 7 с.
9. 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.
10. Трепененков И. И. Эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов. М. : Машгиз, 1963. 271 с.
11. Патент № 196181 Российская Федерация. Регулятор сцепного веса бороновального агрегата : № 2019130426 : заявл. 25.09.2019 : опубл. 19.02.2020 / Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., Кривуца З. Ф. Бюл. № 5. 6 с.
12. Кузнецов Е. Е., Щитов С. В. Расширение функциональных возможностей колесной энергетики // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 1 (57). С. 87–98.
13. Increasing the efficiency of use of wheeled tractors with an articulated frame for secondary tillage / S. V. Shchitov, P. V. Tikhonchuk, I. V. Bumbar // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. 2018. No. 41 (2). P. 31–34.

14. The dependence of the performance of machine-tractor units from the effective power of engines / A. A. Kislov, A. F. Kislov, E. E. Kuznetsov, K. R. Babukhadiya // *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control System*. 2019. Vol. 11. No. 5. P. 150–157.

15. Слепенков А. Е. Повышение эффективности использования колесного пропашного трактора при бороновании // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 3 (83). С. 206–210.

References

1. Aldoshin N. V., Pekhutov A. S. Povysheniye proizvoditel'nosti pri perezovozke sel'skokhozyaystvennykh gruzov [Productivity increase in the transportation of agricultural cargo]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. – Mechanization and Electrification of Agriculture*, 2012; 4: 26–27 (in Russ.).

2. Baranov A. S., Pavlyuk A. S. Puti povysheniya ekspluatatsionnykh svoystv mobil'noi mashiny [Ways to improve the operational properties of a mobile machine]. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. – Izvestia Kyrgyz State Technical University*, 2019; 1 (49): 79–90 (in Russ.).

3. Belyaev V. I., Vol'nov V. V. *Resursosberegayushchie tekhnologii vozdvlyvaniya zernovykh kul'tur v Altaiskom krae: monografiya [Resource-saving technologies for the cultivation of grain crops in the Altai krai: monograph]*, Barnaul, Altajskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2010, 178 p. (in Russ.).

4. Belyaev V. I. Sovremennaya tekhnika i informatsionnye tekhnologii v zemledelii Altaiskogo kraya [Modern equipment and information technologies in agriculture of the Altai krai]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2018; 8 (166): 158–162 (in Russ.).

5. Radnaev D. N. Primeneniye metodov sistemnogo podkhoda dlya proektirovaniya tekhnologicheskikh protsessov [Application of methods of a systematic approach for the design of technological processes]. *Agrarnaya Nauka. – Agrarian Science*, 2010; 5: 28–30 (in Russ.).

6. Lipkovich E. I., Bel'tyukov L. P., Bondarenko A. M. Organicheskaya sistema zemledeliya [Organic farming system]. *Tekhnika i oborudovanie dlja sela. – Machinery and Equipment for Rural Area*, 2014; 8: 2–7 (in Russ.).

7. Shishlov S. A., Shishlov A. N. Teoreticheskiye predposylki povysheniya effektivnosti predposevnoy podgotovki pochvy i poseva soi na osnovanii otsenki sovokupnykh energozatrat [Theoretical prerequisites for increasing of the efficiency of pre-sowing soil preparation and sowing soybeans based on an assessment of total energy consumption]. Proceedings from The role of agricultural science in the development of forestry and agriculture in the Far East: *III Nacional'naya (vserossiyskaya) nauchno-prakticheskaya konferenciya – III National (All-Russian) Scientific and Practical Conference*. (PP. 153–160), Ussurijsk, Primorskaya gosudarstvennaya sel'skokozyaystvennaya akademiya, 2019 (in Russ.).

8. Pavlyuk A. S., Baranov A. S., Sobachkin A. V. Sposob povysheniya sily stsepleniya koles mobil'noi mashiny s opornoj poverkhnost'yu [A method for increasing the adhesion force of the wheels of a mobile machine with a supporting surface]. *Patent RF, no 2691527 yandex.ru* 2018 Retrieved from https://yandex.ru/patents/doc/RU196181U1_20200219 (Accessed 10 March 2023) (in Russ.).

9. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. *Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya mobil'nykh energeticheskikh sredstv v tekhnologii vozdvlyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: monografiya [Efficiency increase of the use of mobile energy resources in the technology of cultivating agricultural crops: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2017, 272 p. (in Russ.).

10. Trepenenkov I. I. *Ekspluatatsionnye pokazateli sel'skokhozyaystvennykh traktorov [Performance indicators of agricultural tractors]*, Moskva, Mashgiz, 1963, 271 p. (in Russ.).

11. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F. Regulyator scepno go vesa boronoval'nogo agregata [Grip weight regulator of the harrowing unit]. *Patent RF, no 196181 yandex.ru* 2020 Retrieved from https://yandex.ru/patents/doc/RU196181U1_20200219 (Accessed 10 March 2023) (in Russ.).

12. Kuznetsov E. E., Shchitov S. V. Rasshirenie funktsional'nykh vozmozhnostei kolesnoi energetiki [Expansion of wheeled power functional capabilities]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2021; 1 (57): 87–98 (in Russ.).

13. Shchitov S. V., Tikhonchuk P. V., Bumbar I. V., Krivuca Z. F., Samuilo V. V., Yakimenko A. V. [et al.]. Increasing the efficiency of use of wheeled tractors with an articulated frame for secondary tillage. *Journal of Mechanical Engineering Research and Developments*, 2018; 41 (2): 31–34.

14. Kislov A. A., Kislov A. F., Kuznetsov E. E., Babukhadiya K. R. The dependence of the performance of machine-tractor units from the effective power of engines. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control System*, 2019; 11; 5: 150–157.

15. Slepnev A. E. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya kolesnogo propashnogo traktora pri boronovanii [Improving the efficiency of using a wheeled row-crop tractor for harrowing]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2020; 3 (83): 206–210 (in Russ.).

© Леонов В. В., Кушнарев А. Н., Маршанин Е. В., Кузнецов Е. Е., Щитов С. В., 2023

Статья поступила в редакцию 19.04.2023; одобрена после рецензирования 18.05.2023; принята к публикации 22.05.2023.

The article was submitted 19.04.2023; approved after reviewing 18.05.2023; accepted for publication 22.05.2023.

Информация об авторах

Леонов Владимир Викторович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, leonovvladimir@mail.ru;

Кушнарев Алексей Николаевич, кандидат технических наук, Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского, ORCID 0000-0002-3736-9923, leha.kushnarev.79@gmail.com;

Маршанин Евгений Владимирович, аспирант, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0002-1011-0030, marshaninev@mail.ru;

Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0003-0725-4444, ji.tor@mail.ru;

Щитов Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный аграрный университет, ORCID 0000-0003-2409-450X, shitov.sv1955@mail.ru

Information about the authors

Vladimir V. Leonov, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, leonovvladimir@mail.ru;

Alexey N. Kushnarev, Candidate of Technical Sciences, Far Eastern Higher Combined Arms Command School named after Marshal of the Soviet Union K. K. Rokossovsky, ORCID 0000-0002-3736-9923, leha.kushnarev.79@gmail.com;

Evgeny V. Marshanin, Postgraduate Student, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0002-1011-0030, marshaninev@mail.ru;

Evgeny E. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0003-0725-4444, ji.tor@mail.ru;

Sergey V. Shchitov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Far Eastern State Agrarian University, ORCID 0000-0003-2409-450X, shitov.sv1955@mail.ru

Научная статья

УДК 631.354.23

EDN DZXDWG

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_121

Совершенствование конструкции измельчителя соломы, комбинированного с половосборником для зерноуборочного комбайна на уборке сои

Владимир Александрович Сахаров¹, Александр Васильевич Липкань²,
Алексей Алексеевич Кувшинов³

^{1,2,3} Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ sakharov.v.a@mail.ru, ² lav-blg@mail.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru

Аннотация. Проведен анализ агротехнических требований к измельчителю-разбрасывателю соломы отечественных и зарубежных комбайнов, выполнено сравнение различных оценок на соответствие качества работы измельчителей соломы при комбайновой уборке зерновых и сои, фактической степени измельчения соломы зерновых и сои, а также возможности использования соломы не только в качестве органического удобрения, но и в качестве грубого корма для крупного рогатого скота. Показаны проблемы реализации различных способов и конструкций машин для утилизации незерновой части урожая или сбора всего биологического урожая. Выделено перспективное направление зональной технологии уборки сои со сбором половы в мягкие контейнеры с измельчением и разбрасыванием соломы с помощью монтируемого на комбайн адаптера типа модернизированного приспособления универсального навесного (ПУН-5). Предложена конструкция кассетного половосборника с автоматической подачей очередного мягкого контейнера на загрузку под действием собственного веса заполненного и выгружаемого контейнера (патент Российской Федерации № 2788129), а также совмещаемая с ним конструкция двухпоточного измельчителя-разбрасывателя (патент Российской Федерации № 2766007). Представлены результаты оценки качества перебивания соевой соломы современными отечественными однобабранными комбайнами «Вектор-410» с измельчителями-разбрасывателями классического типа. Обоснована схема лабораторной, стендовой установки для проведения исследований по проверке теоретических предпосылок эффективности направления совершенствования двухпоточного процесса измельчения соломы сои не только для заделки в почву, но и для кормоприготовления в животноводстве.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, солома сои, измельчитель-разбрасыватель, органическое удобрение, мягкий контейнер, грубый корм, двухпоточный измельчитель, лабораторная установка

Для цитирования: Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А. Совершенствование конструкции измельчителя соломы, комбинированного с половосборником для зерноуборочного комбайна на уборке сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 121–130. doi: 10.22450/19996837_2023_2_121.

Original article

Improving the design of a straw shredder combined with a chaff saver for a combine harvester while soybean harvesting

Vladimir A. Sakharov¹, Alexander V. Lipkan²,
Alexey A. Kuvshinov³

^{1,2,3} All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ sakharov.v.a@mail.ru, ² lav-blg@mail.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru

Abstract. The analysis of agricultural requirements for the straw shredder-spreader of domestic and foreign combines; comparison of estimates for compliance with the quality of straw shredders during combine harvesting of grain crops and soybeans, the actual degree of shredding of straw of grain crops and soybeans and the possibility of use as organic fertilizer or as coarse feed for cattle. The problems of the implementation of various methods and designs of machines for the disposal of the non-grain part of the crop or the collection of the entire biological harvest. The promising direction of the zonal technology of harvesting soybeans with the collection of chaff in soft containers with shredding and scattering of straw with the help of an adapter mounted on a harvester type of upgraded universal attachment (PUN-5) are shown. The design of a cassette container for collecting chaff with automatic feeding of another soft container for loading under the action of its own weight of the filled and unloaded container (patent of the Russian Federation No. 2788129), as well as the design of a two-flow shredder-spreader combined with it (patent of the Russian Federation No. 2766007), is proposed. The results of the evaluation of the quality of soybean straw cutting by modern domestic single-drum harvesters "Vector-410" with shredders-spreaders of the classical type are presented. The scheme of a laboratory installation for research study to verify the theoretical prerequisites for the effectiveness of improving the two-flow process of shredding soybean straw not only for embedding in the soil, but also for preparing feed in animal husbandry is substantiated.

Keywords: combine harvester, soybean straw, shredder-spreader, organic fertilizer, soft container, coarse feed, two-flow shredder, laboratory installation

For citation: Sakharov V. A., Lipkan A. V., Kuvshinov A. A. Sovershenstvovanie konstrukcii izmel'chitelja solomy, kombinirovannogo s polovosbornikom dlja zernouborochnogo kombajna na uborke soi [Improving the design of a straw shredder combined with a chaff saver for a combine harvester while soybean harvesting]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 121–130 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_121.

Введение. В зоне Дальнего Востока в процессе уборки зерновых и сои солома еще относительно недавно либо копнилась и затем скирдовалась, либо укладывалась в валок для последующего зарулонивания для нужд животноводства, или сжигалась в валках для облегчения проведения последующих операций по обработке почвы, что приносило существенный ущерб поддержанию плодородия почвы из-за невосполнения ею органикой и гибели почвенной биоты, перерабатывающей ее в форму (минеральные вещества и гумус), которая легко усваивается сельскохозяйственными культурами.

Сегодня применение на современных отечественных и зарубежных комбайнах измельчителей-разбрасывателей соломы (ИРС) является элементом ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых и технических культур, включающих в себя биологизацию земледелия за счет использования соломы в качестве органического удобрения, для чего последняя в период уборки урожая должна быть измельчена до агротехнически допустимых размеров и равномерно распределена по поверхности поля на ширину прокоса жатки.

Применяемые зональные исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве регламентируют следующие качественные показатели ИРС [1]:

- 1) при измельчении соломы должна обеспечиваться длина ее резки 50–120 мм (не менее 85 % от общей массы);
- 2) ширина рассеивания измельченной соломы должна быть не менее 80 % от ширины захвата жатки;
- 3) степень неравномерности распределения измельченной соломы составлять не более 20 %.

Для зарубежных комбайнов агротехнические требования, предъявляемые, например, фирмой John Deere, еще более жесткие. Так, длина резки должна обеспечиваться не более 100 мм, а суммарная массовая доля соответствующих фракций составлять не менее 90 %.

По результатам экспериментальных исследований в хозяйствах Челябинской области по оценке степени измельчения соломы при работе ИРС выявлено, что и отечественные, и зарубежные комбайны зачастую по качественным показателям измельчения соломы зерновых культур

при разных режимах работы не всегда соответствуют агротехническим требованиям [2].

На скорость разложения незерновой части урожая в значительной степени, кроме длины измельченных частиц соломы, влияет расщепление стеблей вдоль волокон. Скорость гумификации незерновой части урожая при продольном расщеплении стеблей может быть увеличена в 7–8 раз [3], при этом становится возможным увеличение размерной фракции незерновой части урожая до 150 мм [4].

Таким образом, при уборке сельскохозяйственных культур, в частности, сои, остро стоит проблема обеспечения измельчения соломы до 150 мм и равномерности разбрасывания измельченной соломенной массы на всю ширину прокоса жатки комбайна.

Измельченная солома сои также может быть использована в сельском хозяйстве Дальневосточного региона не только в качестве элемента реализации стратегии возвратно-экологического земледелия, но и в качестве грубого корма, являющегося одним из необходимых элементов в рационе кормления крупного рогатого скота для реализации региональной задачи роста поголовья и его продуктивности. Измельчение соломы способствует повышению ее поедаемости и облегчает работу органов пищеварения животных. Наиболее оптимальной является степень измельчения до 2–5 см при использовании соломы в составе кормосмеси. При производстве брикетов солому измельчают до 0,8–3 см. При производстве гранул степень измельчения составляет 0,5 см и менее [5].

Еще большую кормовую ценность незерновой части урожая сои составляет полова, кормовое достоинство которой 0,56 корм. ед., что в 1,5 раза выше, чем у соевой соломы. Таким образом, заготовка измельченной соломы, а еще в большей степени соевой половы являются значительным резервом обеспечения грубыми кормами скота, наряду с заготовкой сена. При этом соевая полова, имея высокую питательность и являясь побочным продуктом при уборке урожая сои, по сравнению с заготовкой сена имеет существенно меньшую себестоимость.

Учеными предлагаются различные варианты конструкций машин для сбора

всего биологического урожая с поля: например, агрегат для уборки озимой пшеницы с одновременным прессованием соломы; уборочная машина с прессовальной камерой и тележкой для перевозки сформированных рулонов; комбайн зерноуборочный гусеничный с устройством для наполнения полиэтиленовой емкости для сбора половы и мелкой соломенной примеси, с измельчением и разбрасыванием соломы по полю [6–8].

Проблема создания и внедрения таких машин состоит в разработке с нуля самой уборочной машины или, как вариант, переоборудования серийных зерноуборочных комбайнов под данные нужды; навешивании дополнительных агрегатов и приспособлений, что может сказаться на моторной установке (необходимости установки более мощного двигателя), увеличении габаритных размеров конечной уборочной машины; разработке новых логистических цепочек для совмещения всех технологических процессов по времени и загруженности уборочных и транспортных средств. Рассмотренные варианты являются в большей мере разработками, не получившими по той или иной причине практического применения в сельском хозяйстве Дальневосточного региона.

Наиболее перспективной для разработки в современных условиях региональной технологией, по нашему мнению, является уборка сои со сбором половы в прицеп или в отдельное транспортное средство, движущееся за или параллельно с комбайном, с измельчением и разбрасыванием соломы с помощью такого адаптера комбайна, как ПУН-5 или подобных ему (например, по патенту Российской Федерации № 2315464) [9].

В работах [10, 11] в результате проведенного обзора рабочих органов измельчителей-разбрасывателей зерноуборочных комбайнов предложены основные пути совершенствования ножей, которые позволят повысить эффективность их использования, качество выполняемого процесса и снизить энергоемкость процесса:

- 1) увеличение угла между плоскостями мобильной части и телом Г-образного в поперечном сечении ножа;
- 2) выполнение лезвия контрножа криволинейным;

3) выполнение комбинированной режущей части активного рабочего органа, способной обеспечить «скользяще-пилящее» действие.

По результатам исследований дальневосточных ученых выявлено, что для уборки сои предпочтительнее всего применять техническое решение ИРВС-1200 по патенту № 2285563, где рабочие органы на измельчающем барабане установлены по винтовым линиям [12]. Конструктивно-режимные параметры данного решения обоснованы в работе [9], а опытная партия таких измельчителей-разбрасывателей соломы в количестве 30 штук была выпущена для хозяйств Амурской области заводом «Дальсельмаш».

На Дальнем Востоке в условиях переувлажнения почвы полосу можно собирать половосборниками, монтируемыми на комбайны непосредственно вместо штатного копнителя, периодически разгружая на поле заполненную емкость копнителя-половосборника (патенты Российской Федерации № 2417572, № 2506737) или наполненные и упакованные мягкие контейнеры (патенты Российской Федерации № 2315464, № 2529914, № 788129, № 169259 [9]). Но в таком случае традиционное размещение ротора-измельчителя под и по ширине соломотряса затрудняет равномерное разбрасывание измельченной соломы по ширине прокоса жатки, так как этому препятствует еще более заднее и нижнее расположение конструкции половосборника. Для данного типа конструкций половосборников предлагается разделить поток соломы за соломотрясом на два с боковым расположением измельчающих ножей [9].

Авторами патентов Российской Федерации № 2506737 и № 2529914 предлагаются способы сбора биологического урожая сои с измельчением и разбрасыванием соломы и сбором половы, а также устройства для их реализации.

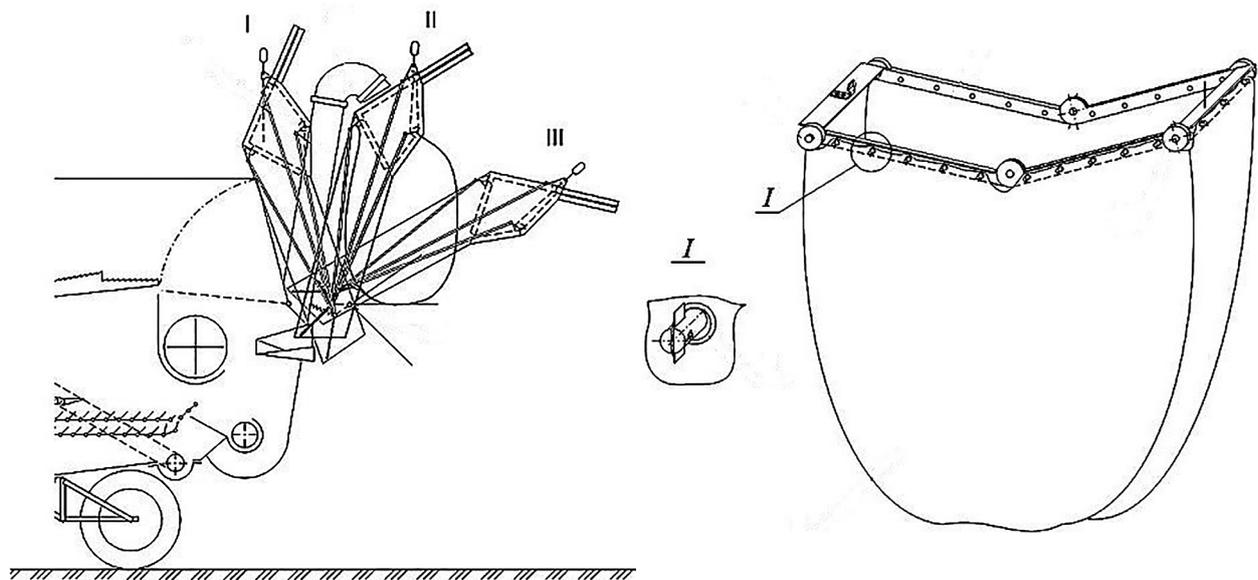
Работая над совершенствованием идей, заложенных в данных технических решениях, в ходе реализации этапов по созданию технологии сбора семенного зерна сои с одновременным сбором соевой половы, измельчением и разбрасыванием по ширине прокоса измельченной соломы или ее совместном с половой сборе в общую емкость (прицеп или мяг-

кий контейнер) нами на уровне изобретений были предложены конструкции по устройству для сбора половы в мягкие контейнеры (патент Российской Федерации № 2788129) [13] и совмещаемому с ним двухпоточному измельчителю-разбрасывателю соломы (патент Российской Федерации № 2766007) [14].

Целью разработки половосборника (рис. 1), монтируемого непосредственно на комбайн, является автоматизация подачи мягких контейнеров для сбора половы под загрузку при непрерывной работе комбайна в течение смены и упаковки мягких контейнеров при разгрузке на поле под собственным весом, что обеспечивает сокращение технологических простоев, не связанных с разгрузкой зернового бункера, соответственно, увеличение сменной производительности комбайна и устранение ручного труда. Достигается это тем, что сзади комбайна дополнительно устанавливаются устройство в виде поворотного П-образного корпуса, содержащее магазин с заданным количеством мягких контейнеров и механизм автоматической поштучной подачи, фиксации контейнера при заполнении его половой и выгрузки на поле с одновременной упаковкой контейнера, управляемый весом заполненного контейнера.

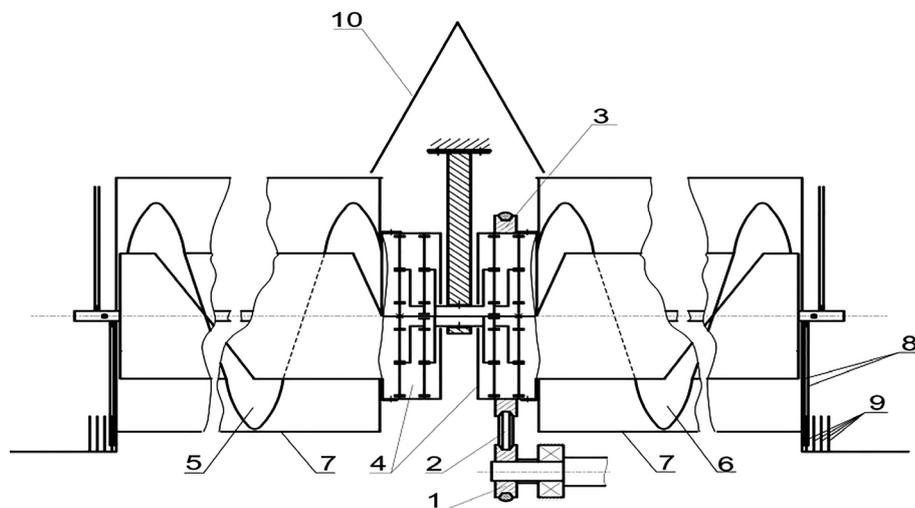
Задачей, на решение которой направлено совершенствование конструкции двухпоточного измельчителя соломы (рис. 2), является повышение производительности и качества ее измельчения, которое характеризуется степенью измельчения стеблей сои, что позволит более мелко измельчать сходящую с соломотряса солому при разной урожайности, способствовать более интенсивному ее разложению в почве при заделке последующей обработкой.

Это достигается тем, что сходящая с соломотряса солома с помощью делителя 10 разделяется на два потока и шнеками 5 и 6 с правой и левой навивкой спиралей перемещается по корытообразным кожухам 7 вправо и влево к ножам 8 с контрножами 9. Контрножи 9 с режущей кромкой, выполненной по логарифмической спирали для постоянства угла резания соломы, с высокой степенью измельчают солому и воздушным потоком, создаваемым измельчающими ножами, выталкивают



а) б)
 I – для загрузки магазина мягкими контейнерами; II – рабочее положение;
 III – транспортное положение
 а) положение на комбайне; б) общий вид мягкого контейнера

Рисунок 1 – Принципиальная схема половосборника
Figure 1 – Schematic diagram of the chaff saver



1 – ведущий шкив; 2 – приводной ремень; 3 – ведомый шкив; 4 – планетарный редуктор;
 5 – шнек с правой навивкой спирали; 6 – шнек с левой навивкой спирали;
 7 – корытообразный кожух шнека; 8 – измельчающие ножи;
 9 – контрножи; 10 – делитель потока

Рисунок 2 – Измельчитель соломы
Figure 2 – Straw shredder

измельченные части соломы в направляющие каналы дефлекторов для разбрасывания слева и справа по ходу комбайна.

Цель исследования – изучение качества измельчения соевой соломы со-

временными однопоточными измельчителями-разбрасывателями соломы и обоснование альтернативы использования двухпоточного измельчителя-разбрасывателя соломы для совместной работы

с половосборником в мягкие контейнеры, монтируемыми непосредственно на зерноуборочном комбайне. Также необходимо провести сравнительную оценку соответствия агротехническим требованиям степени измельчения однопочными измельчителями-разбрасывателями соломы, определение процентного соотношения фракций по массе и коэффициента перебивания соевой соломы.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования является технологический процесс разделения соевой соломы на две части для измельчения и разбрасывания за боковины комбайна. Важнейший рабочий орган – измельчающий ротор, которому отдается повышенное внимание, так как стебли соевой соломы по своим прочностным и размерным характеристикам существенно отличаются от соломы зерновых культур.

В период уборки сои в Амурской области оценка качественных показателей работы однопочных ИРС, являющихся альтернативными разрабатываемому двухпочному ИРС, проводилась по единой методике в условиях рядовой эксплуатации или на опытных участках длиной до 20 м, с взятием проб в трехкратной повторности для зерноуборочных комбайнов «Вектор-410» со штатным ИРС – в период 2021–2022 гг. на полях Всероссийского научно-исследовательского института сои.

Полевые оценки степени измельчения соевой соломы проводились при

отсутствии ветра на рабочих скоростях 5,0–7,0 км/ч; высоте среза, составляющей не более 10–12 см; высоте растений сои – 66–91 см.

Были определены абсолютное и процентное содержание по массе фракций разной длины измельченной соломы, а также коэффициент перебивания соевой соломы.

Коэффициент перебивания соломы (стеблей), характеризующий в целом наряду с нормами агротехнических требований степень измельчения соломы каждым объектом сравнительной оценки, определялся по формуле (1):

$$\lambda = 1 - \frac{\sum_{k=1}^m l_k n_k}{(h_x - h_c) \cdot 100} \quad (1)$$

где l_k – середина интервалов фракций, см;
 n_k – частота (количество) попаданий в данную фракцию, %;

h_x – средневзвешенная длина стеблей сои, см;

h_c – средневзвешенная высота среза при прямом комбайнировании, см.

Трактовка величины коэффициента перебивания соломы: чем больше его значение, тем сильнее разрушение стеблей сои и выше содержание в солоmistом ворохе сбины.

Результаты исследования. Фракционный состав измельченной соевой соломы представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный состав измельченной соломы сои «Сентябринка» комбайнами РСМ-101 «Вектор-410»

Table 1 – Fractional composition of crushed soybean straw «Sentyabrinka» by combines RSM-101 «Vector-410»

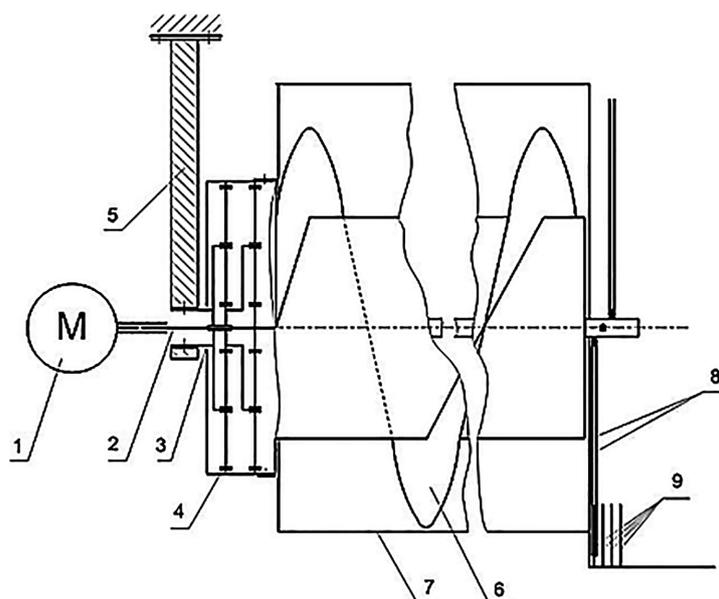
Номер комбайна	Средняя масса пробы, г	Содержание фракций, %								Коэффициент перебивания соломы
		до 10 мм	от 10 до 20 мм	от 20 до 50 мм	от 50 до 100 мм	от 100 до 150 мм	от 150 до 200 мм	более 200 мм	до 100 мм	
1	533,4	17,62	14,98	27,35	20,34	8,55	4,56	6,60	80,29	0,922
2	465,9	21,91	4,10	30,74	17,17	8,61	3,97	13,50	73,92	0,904
3	774,5	14,85	3,11	49,34	13,98	7,11	5,16	6,44	81,28	0,922

Таким образом, для реализации технологии уборки сои с отдельным сбором товарного и семенного зерна и одновременным сбором половы и измельченной соломы или разбрасыванием последней по ширине прокоса жатки на поле с помощью реализации в конструкции зерноуборочного комбайна навесного половосборника в мягкие контейнеры [13] необходимо проработать усовершенствованную и запатентованную нами конструкцию двухпоточного измельчителя соломы. Ранее для двухпоточного измельчителя выведены зависимости конструктивно-кинематических параметров подающих шнеков и измельчающих роторов, потребной мощности от урожайности сои и подачи соломенной массы на измельчитель [15].

Измельчитель, обеспечивая боковую подачу соломенной массы шнеками с соответствующей навивкой спиралью под ножи измельчающих роторов будет ориентировать стебли сои поперек режущих ножей, исключая появление в измельченной массе целых и крупных частей стеблей. При этом количеством рядов ножей, их смещением по оси ротора по винтовой

линии и числом оборотов роторов можно регулировать степень измельчения соломы сои, обеспечивая мелкую и равномерную резку соломы, что будет способствовать как скорейшему разложению ее в почве, так и лучшей поедаемости непосредственно как грубого корма, так и в составе брикетов или гранул комбикормов.

Несмотря на проведенные рядом авторов исследования, данных по совершенствованию процесса измельчения соевой соломы недостаточно. Так как появляется все больше сортов сои с мощным и прочным стеблем, отличающимся от растений зерновых культур по своим физико-механическим и морфологическим свойствам, нами будут проведены лабораторно-стендовые исследования по измельчению соевой соломы усовершенствованным двухпоточным измельчителем. Принципиальная схема лабораторной установки для проведения исследований и проверки теоретических предпосылок эффективности данного направления совершенствования процесса измельчения соломы сои представлена на рисунке 3.



1 – электродвигатель с частотным преобразователем; 2 – первичный вал планетарного редуктора; 3 – вторичный вал планетарного редуктора; 4 – двухступенчатый планетарный редуктор; 5 – корпус лабораторной установки; 6 – подающий шнек; 7 – корытообразный кожух шнека с загрузочной горловиной; 8 – режущие ножи; 9 – контрножи

Рисунок 3 – Схема лабораторной установки (станда) для проведения исследований
Figure 3 – Diagram of a laboratory installation (stand) for research

Заключение. 1. Полученные результаты по качеству измельчения соломы измельчителями-разбрасывателями соломы современных комбайнов на уборке сои и зерновых культур подтверждают данные других исследователей о том, что классические измельчители не способны в полной мере производить измельчение стеблей растений, так как не обеспечивают длину резки, соответствующую современным агротехническим требованиям. Из обследованных измельчителей лучшие показатели качества и наименьшую пульсацию крутящего момента обеспечивает измельчитель ИРВС-1200 с двухзаходным винтовым расположением режущих ножей.

2. Проведение лабораторных исследований по качеству измельчения соевой соломы с отработкой конструктивно-режимных параметров двухпоточного измельчителя позволит ответить на вопрос о перспективности данного направления совершенствования измельчителей соломы не только при измельчении соевой соломы для последующей заделки в почву и лучшего ее разложения (повышения гумификации), но и для нужд животноводства при дальнейшем использовании в приготовлении кормов для сельскохозяйственных животных.

Список источников

1. Исходные требования к зональной системе технологий и машин для производства продуктов растениеводства в дальневосточном регионе России / Н. М. Антышев, В. М. Бейлис, В. П. Елизаров [и др.]. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2007. 167 с.
2. Ловчиков А. П., Ловчиков В. П., Поздеев Е. А. Агротехническая оценка работы измельчителей-разбрасывателей соломы комбайнов при уборке зерновых культур прямым комбайнированием // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (58). С. 55–57.
3. Результаты испытаний модернизированной косилки-измельчителя / В. Г. Мохнаткин, В. Н. Шулятьев, Л. В. Тюкалов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. № 7. С. 13–14.
4. Незерновая часть урожая как эффективный способ повышения плодородия почвы / А. Н. Бачурин, Н. В. Бышов, И. Ю. Богданчиков [и др.] // Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства : материалы всерос. науч.-практ. конф. Чебоксары : Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2011. С. 52–56.
5. Nazarov I., Tolstoukhova T. Methods of roughage preparation // Breakthrough ideas for the future. Ostrava : Poruda, 2015. P. 15–18.
6. Ринас Н. А., Юдина Е. М., Глытян К. М. Проблемы и перспективы уборки зерновых культур самоходными комбайнами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (88). С. 94–98.
7. Брусенцов А. С., Туманова М. И., Чулаков Я. Б. К вопросу повышения эффективности уборки незерновой части урожая для приготовления грубых кормов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 30–37.
8. Комбайн зерноуборочный роторный на гусеничном ходу / М. В. Канделя, Н. М. Канделя, В. Л. Земляк [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 4 (52). С. 117–124.
9. Присяжная С. П. Совершенствование технологии сбора половы с измельчением и разбрасыванием соломы при комбайновой уборке сои : монография. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2013. 202 с.
10. Ягельский М. Ю., Родимцев С. А. Тенденции развития и классификация соломоизмельчителей-разбрасывателей современных зерноуборочных комбайнов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2016. № 3 (60). С. 73–87.
11. Ягельский М. Ю., Родимцев С. А. Типы и классификация ножей измельчителей-разбрасывателей соломы зерноуборочных комбайнов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2017. № 1 (52). С. 114–122.

12. Присяжная И. М., Присяжный М. М., Присяжная С. П. Качество работы измельчителей соломы при комбайновой уборке сои // Дальневосточный аграрный вестник. 2008. № 4 (8). С. 40–42.

13. Патент № 2788129 Российская Федерация. Устройство для сбора половы в мягкие контейнеры : № 2022114591 : заявл. 31.05.2022 : опубл. 17.01.2023 / Сахаров В. А., Присяжная С. П., Липкань А. В. [и др.]. Бюл. № 2. 10 с.

14. Патент № 2766007 Российская Федерация. Двухпоточный измельчитель-разбрасыватель соломы : № 2021120485 : заявл. 13.07.2021 : опубл. 07.02.2022 / Синеговский М. О., Присяжная С. П., Присяжная И. М. [и др.]. Бюл. № 4. 6 с.

15. Расчет параметров и режимов работы измельчителя соевой соломы / И. В. Бумбар, И. В. Присяжная, В. А. Сахаров В. А. [и др.] // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. № 2 (62). С. 132–141.

References

1. Antyshev N. M., Bejlis V. M., Elizarov V. P. [et al.]. *Iskhodnye trebovaniya k zonal'noj sisteme tekhnologij i mashin dlya proizvodstva produktov rastenievodstva v dal'nevostochnom regione Rossii [Initial requirements for the zonal system of technologies and machines for the production of crop products in the Far Eastern region of Russia]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2007, 167 p. (in Russ.).

2. Lovchikov A. P., Lovchikov V. P., Pozdeev E. A. Agrotekhnicheskaya ocenka raboty izmel'chitelej-razbrasyvatelej solomy kombajnov pri uborke zernovyh kul'tur pryamym kombajnirovaniem [Agrotechnical evaluation of the work of shredders-straw spreaders of combine harvesters when harvesting grain crops by direct combine]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2016; 58; 2: 55–57 (in Russ.).

3. Mohnatkin V. G., Shulyatev V. N., Tyuchkalov L. V., Krasikov D. Yu. Rezul'taty ispytaniy modernizirovannoj kosilki-izmel'chitelya [Test results of the upgraded chopper mower]. *Traktory i sel'skohozyajstvennyye mashiny. – Tractors and Agricultural Machines*, 2004; 7: 13–14. (in Russ.).

4. Bachurin A. N., Byshov N. V., Bogdanchikov I. Yu. [et al.]. Nezernovaya chast' urozhaya kak effektivnyj sposob povysheniya plodorodiya pochvy [The non-grain part of the crop as an effective way to increase soil fertility]. Proceedings from Improving the efficiency of mechanization of agricultural production: *Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. – All-Russian Scientific and Practical Conference*. (PP. 52–56), Cheboksary, Chuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2011 (in Russ.).

5. Nazarov I., Tolstoukhova T. Methods of roughage preparation In.: Breakthrough ideas for the future, Ostrava, Poruda, 2015. P. 15–18.

6. Rinas N. A., Yudina E. M., Glytyan K. M. Problemy i perspektivy uborki zernovyh kul'tur samohodnymi kombajnami [Problems and prospects of harvesting grain crops by self-propelled combines]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*, 2021; 2; 88; 94–98. (in Russ.).

7. Brusencov A. S., Tumanova M. I., Chulakov Ya. B. K voprosu povysheniya effektivnosti uborki nezernovoj chasti urozhaya dlya prigotovleniya grubyh kormov [On the issue of improving the efficiency of harvesting the non-grain part of the crop for the preparation of coarse feed]. *Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – Innovations in the Agro-industrial complex: Problems and Prospects*, 2019; 3; 23; 30–37 (in Russ.).

8. Kandelya M. V., Kandelya N. M., Zemlyak V. L. [et al.]. Kombajn zernouborochnyj rotornyj na gusenichnom hodu [Combine harvester rotary crawler]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2019; 4; 52: 117–124 (in Russ.).

9. Prisyazhnaya S. P. *Sovershenstvovanie tekhnologii sbora polovy s izmel'cheniem i razbrasyvaniem solomy pri kombajnovoj uborke soi: monografiya [Improvement of the technology of collecting straw with shredding and scattering of straw during combine harvesting of soybeans: monograph]*, Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2013, 202 p. (in Russ.).

10. Yagelsky M. Yu., Rodimtsev S. A. Tendencii razvitiya i klassifikaciya solomoizmel'chitelej-razbrasyvatelej sovremennyh zernouborochnyh kombajnov [Development trends and classification of straw grinders-spreaders of modern combine harvesters]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Orel State Agrarian University*, 2016; 3; 60: 73–87 (in Russ.).

11. Yagel'skij M. Yu., Rodimcev S. A. Tipy i klassifikaciya nozhej izmel'chitelej-razbrasyvatelej solomy zernouborochnyh kombajnov [Types and classification of knives of shredders-straw spreaders of combine harvesters]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*, 2017; 1: 52: 114–122 (in Russ.).

12. Prisyazhnaya I. M., Prisyazhnyj M. M., Prisyazhnaya S. P. Kachestvo raboty izmel'chitelej solomy pri kombajnovoj uborke soi [The quality of straw shredders during soybean harvesting]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2008; 4: 8: 40–42. (in Russ.).

13. Sakharov V. A., Prisyazhnaya S. P., Lipkan' A. V. [et al.]. Ustrojstvo dlya sbora polovy v myagkie kontejnery [Device for collecting polovy in soft containers]. *Patent RF, no 2788129 fips.ru* 2023 Retrieved from https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=2788129&TypeFile=html (Accessed 22 March 2023) (in Russ.).

14. Sinegovskij M. O., Prisyazhnaya S. P., Prisyazhnaya I. M. [et al.]. Dvuhpotochnyj izmel'chitel'-razbrasyvatel' solomy [Two-flow shredder-straw spreader]. *Patent RF, no 2766007 fips.ru* 2022 Retrieved from <https://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=24b5731547b33b30fc266374d41c48c8> (Accessed 22 March 2023) (in Russ.).

15. Bumbar I. V., Prisyazhnaya I. M., Saharov V. A. [et al.]. Raschyot parametrov i rezhimov raboty izmel'chitelya soevoj solomy [Calculation of parameters and operating modes of the soybean straw shredder]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2022; 2: 62: 132 – 141 (in Russ.).

© Сахаров В. А., Липкань А. В., Кувшинов А. А., 2023

Статья поступила в редакцию 29.03.2023; одобрена после рецензирования 19.05.2023; принята к публикации 26.05.2023

The article was submitted 29.04.2023; approved after reviewing 19.05.2023; accepted for publication 26.05.2023

Информация об авторах

Сахаров Владимир Александрович, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, sakharov.v.a@mail.ru;

Липкань Александр Васильевич, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, lav-blg@mail.ru;

Кувшинов Алексей Алексеевич, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, kyaa@vniisoi.ru

Information about the authors

Vladimir A. Sakharov, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, sakharov.v.a@mail.ru;

Alexander V. Lipkan, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, lav-blg@mail.ru;

Alexey A. Kuvshinov, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, kyaa@vniisoi.ru

Научная статья

УДК 664.3

EDN FQPPKZ

DOI: 10.22450/19996837_2023_2_131

Бифидогенные свойства облепихового масла

Софья Николаевна Хазагаева¹, Наталья Александровна Замбалова²,
Людмила Михайловна Качанина³, Ирина Сергеевна Хамагаева⁴

^{1, 2, 3, 4} Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления

Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

¹ sonyaxs82@gmail.com, ² zambalova2015@mail.ru,

³ lm.kaluda@mail.ru, ⁴ ikhamagaeva@mail.ru

Аннотация. Проблема метаболических нарушений в организме человека, вызывающих ожирение и сахарный диабет, актуальна. Альтернативным способом профилактики и лечения этих болезней является применение комбинированных синергетических биологически активных средств. Облепиховое масло выступает натуральным источником незаменимых и ненасыщенных жирных кислот, других биоактивных соединений. Семена облепихи характеризуются уникальным сочетанием омега-3, 6, 7, 9 жирных кислот, обладающих антиоксидантными и кардиозащитными свойствами. Мягкая часть ягоды и кожура облепихи являются одним из немногих растительных источников с высоким содержанием мононенасыщенной жирной кислоты омега-7 (43 %), которая регулирует липидно-углеводный обмен в организме. Известно также, что важнейшая роль в профилактике и коррекции липидного обмена принадлежит пробиотическим микроорганизмам. В целом исследования, посвященные влиянию полиненасыщенных жирных кислот облепихового масла на пробиотические микроорганизмы, ограничены. Поэтому облепиховое масло и чистые культуры бифидобактерий *Bifidobacterium longum* DK-100 были выбраны для создания мультифункциональной биологически активной добавки. В данной работе изучено влияние полиненасыщенных жирных кислот облепихового масла на биохимическую активность бифидобактерий. Установлена наиболее благоприятная концентрация облепихового масла (3 %), которая увеличивает численность клеток бифидобактерий при культивировании. Доказано, что в присутствии облепихового масла пролонгируется способность к хранению бактериального концентрата. Жизнеспособный статус клеток бифидобактерий составляет сотни миллиардов клеток в одном кубическом сантиметре. Вероятно, полиненасыщенные жирные кислоты облепихового масла включаются в метаболизм бактериальной клетки как компонент мембранных фосфолипидов и запасных веществ.

Ключевые слова: облепиховое масло, полиненасыщенные жирные кислоты, бифидогенные свойства, бифидобактерии

Для цитирования: Хазагаева С. Н., Замбалова Н. А., Качанина Л. М., Хамагаева И. С. Бифидогенные свойства облепихового масла // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 2. С. 131–137. doi: 10.22450/19996837_2023_2_131.

Original article

Bifidogenic properties of sea buckthorn oil

Sofia N. Khazagaeva¹, Natalia A. Zambalova²,
Lyudmila M. Kachanina³, Irina S. Khamagaeva⁴

^{1, 2, 3, 4} East Siberia State University of Technology and Management

Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

¹ sonyaxs82@gmail.com, ² zambalova2015@mail.ru,

³ lm.kaluda@mail.ru, ⁴ ikhamagaeva@mail.ru

Abstract. The problem of metabolic disorders in the human body, causing obesity and diabetes mellitus, is relevant. An alternative way to prevent and treat these diseases is the use of combined synergistic biologically active agents. Sea buckthorn oil is a natural source of essential and unsaturated fatty acids and other bioactive compounds. Sea buckthorn seeds are characterized by a unique combination of omega-3, 6, 7, 9 fatty acids with anti-toxic and cardio-protective properties. The soft part of the berry and the peel of sea buckthorn is one of the few vegetable sources with a high content of omega-7 monounsaturated fatty acid (43 %), which regulates lipid-carbohydrate metabolism in the body. It is known that probiotic microorganisms play an important role in the prevention and correction of lipid metabolism. In general, studies on the effect of polyunsaturated fatty acids of sea buckthorn oil on probiotic microorganisms are limited. Therefore, sea buckthorn oil and pure cultures of bifidobacteria *Bifidobacterium longum* DK-100 were chosen to create a multifunctional dietary supplement. In this paper, the effect of polyunsaturated fatty acids of sea buckthorn oil on the biochemical activity of bifidobacteria was studied. The most favorable concentration of sea buckthorn oil of 3 % was found to increase the number of bifidobacteria cells during cultivation. It has been proved that the storability of the bacterial concentrate is prolonged in the presence of sea buckthorn oil. The viable status of bifidobacteria cells is hundreds of billions cells in 1 cm³. Probably, polyunsaturated fatty acids of sea buckthorn oil are included in bacterial cell metabolism as a component of membrane phospholipids and storage substances.

Keywords: sea buckthorn oil, polyunsaturated fatty acids, bifidobacteria, bifidogenic properties

For citation: Khazagaeva S. N., Zambalova N. A., Khamagaeva I. S., Kashchanina L. M. Bifidogennyye svoystva oblepikhovogo masla [Bifidogenic properties of sea buckthorn oil]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. – Far Eastern Agrarian Bulletin.* 2023; 17; 2: 131–137 (in Russ.). doi: 10.22450/19996837_2023_2_131.

Введение. Питание является важнейшим фактором, определяющим здоровье и благополучие человека. Человеческий организм состоит из различных видов микроорганизмов, формирующих нормальную микробиоту желудочно-кишечного тракта, которая находится в симбиозе с клетками хозяина.

Данная микробиота принимает активное участие в поддержании иммунного статуса человека и снижении вероятности возникновения многих заболеваний. Микробиом желудочно-кишечного тракта связан с регуляцией обменных процессов в организме человека. Кроме того, полезная микрофлора участвует в формировании состава метаболитов кишечника, в процессах всасывания и выведения воды и солей, в нейтрализации опасных соединений; она предотвращает мутационные процессы, является хранилищем и источником генетического материала [1, 2].

Облепиховое масло содержит уникальный состав полезных биоактивных веществ, в которых нуждается организм человека. Оно является природным натуральным растительным источником жирорастворимых витаминов К, Е, F, провитамина А [3]. Наиболее существенным его свойством выступает сбалансированный

состав входящих в него витаминов, микроэлементов и ненасыщенных жирных кислот. Ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав облепихового масла (такие как пальмитолеиновая, линолевая, линоленовая) проявляют иммуномодулирующие и антиоксидантные свойства, кардиопротективный эффект; регулируют концентрацию липидов в плазме крови. Жирные кислоты продуцируют ряд предшественников, таких как эйкозаноиды, декораноиды, стероидные гормоны и желчные кислоты, и все они необходимы для адекватного функционирования метаболизма [4].

Отличительной чертой плодов облепихи является качественный и количественный состав ее жирных кислот, особенно наличие группы жирных кислот омега-7, которое выше, чем у любого другого растения [5–8].

Ранее установлено, что жирные кислоты могут модулировать состав и метаболическую активность полезной микробиоты кишечника. Омега-3, омега-6 кислоты и их изомеры, входящие в состав масла семян облепихи, являются физиологическим компонентом клеточных мембран бактерий и играют роль в механизме клеточного транспорта. Основная роль бакте-

риальных жирных кислот заключается в том, чтобы действовать как гидрофобный компонент мембранных липидов (обычно фосфолипидов) и терморезистентный фактор защиты [2].

Целью работы явилось исследование влияния облепихового масла на биохимическую активность бифидобактерий.

Материалы и методы исследований. Эксперимент проведен в научно-исследовательской лаборатории Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления.

Облепиховое масло и чистые культуры бифидобактерий *Bifidobacterium longum* DK-100 были выбраны как возможные наиболее подходящие синергисты для создания биологически активной добавки [2].

Скорость роста бифидобактерий измеряли при длине волны 490 нм фотокориметрическим методом на спектрофотометре PD 303 APPL [9].

Посевы для количественного учета клеток проводили на питательной среде ГМС. Бактериальный препарат, окрашенный по Граму, микроскопировали в иммерсионной системе с увеличением $\times 1\ 000$.

Результаты исследований. В первой серии опытов определяли влияние

разных доз облепихового масла на биохимическую активность бифидобактерий.

Основой питательной среды для культивирования бифидобактерий была осветленная творожная сыворотка, содержащая 1 %; 3 % и 5% облепихового масла.

По значениям показателей средней удельной скорости роста бактерий, титру жизнеспособных клеток и накоплению биомассы судили о влиянии различных концентраций на биохимическую активность микроорганизмов (рис. 1–2).

Наиболее благоприятная доза внесения масла по результатам исследований составила 3 %, количество жизнеспособных клеток в конце культивирования достигло 1×10^{12} к. о. е./см³.

Итак, введение в питательную среду облепихового масла приводит к значительному увеличению численности бифидобактерий.

В дальнейших исследованиях изучали хранимоспособность бактериального концентрата в течение четырех месяцев при температуре 4–6 °С. О способности к сохранению судили по количеству жизнеспособных клеток (рис. 3). В течение трех месяцев численность клеток остается на стабильно высоком уровне и составляет 1×10^{11} к. о. е./см³. При последующем хра-

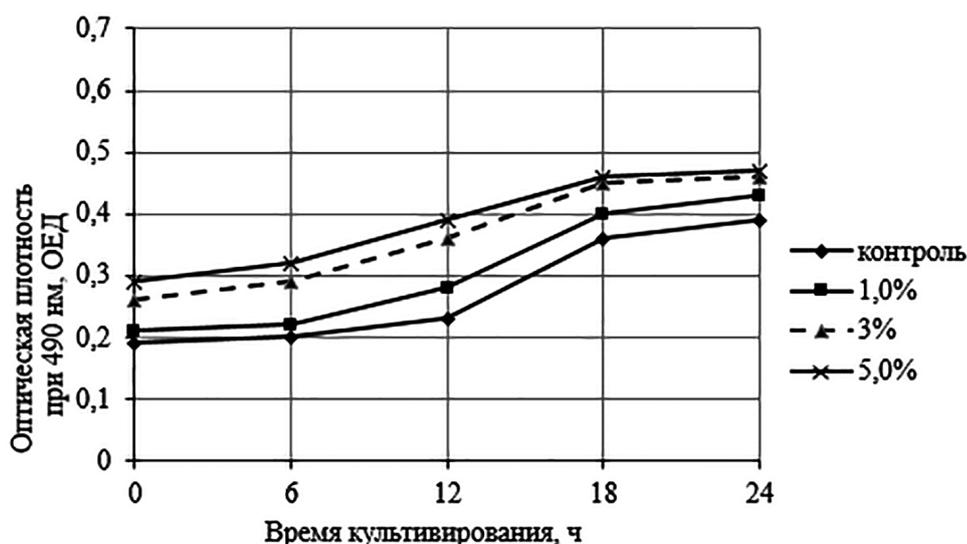


Рисунок 1 – Рост биомассы *Bifidobacterium longum* DK-100 в зависимости от концентрации облепихового масла

Figure 1 – Biomass growth of *Bifidobacterium longum* DK- 100 depending on the concentration of sea buckthorn oil

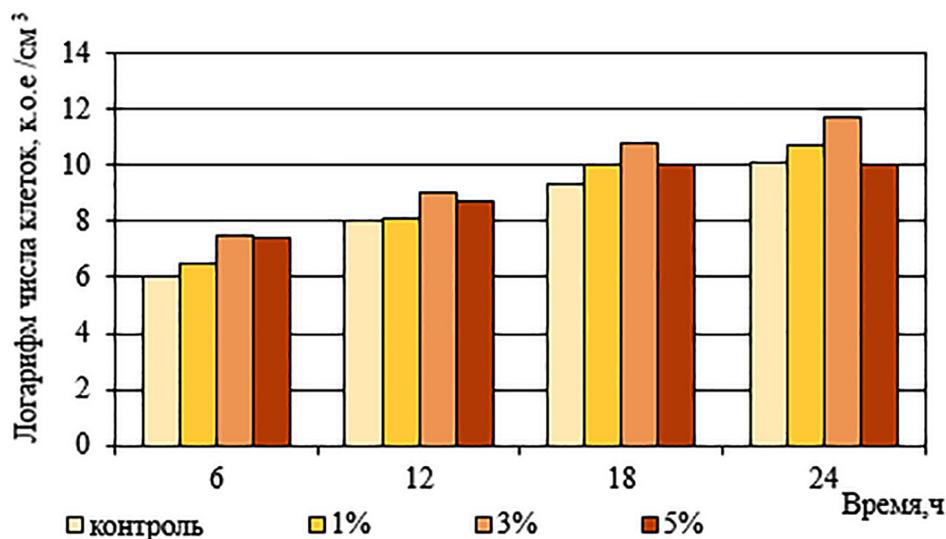


Рисунок 2 – Рост клеток *Bifidobacterium longum* DK-100 в зависимости от концентрации облепихового масла
Figure 2 – Growth of *Bifidobacterium longum* DK-100 cells depending on the concentration of sea buckthorn oil



Рисунок 3 – Жизнеспособность *Bifidobacterium longum* DK-100 при хранении
Figure 3 – Viability of *Bifidobacterium longum* DK-100 during storage

нении их количество снижается на порядки (10^{10} к. о. е./см³).

Анализ микрокартины (рис. 4) также свидетельствует о высокой плотности популяций бифидобактерий. Тинкториальные свойства клеток характеризуют сохранение жизнеспособного статуса большинства клеток.

Выводы. На основании экспериментальных данных можно заключить, что в присутствии облепихового масла увеличивается количество бифидобактерий, их жизнеспособность при хранении.

Полиненасыщенные жирные кислоты облепихового масла обладают стимулирующим рост и защитным действием, следовательно, могут выступать в роли пребиотиков для бифидобактерий.

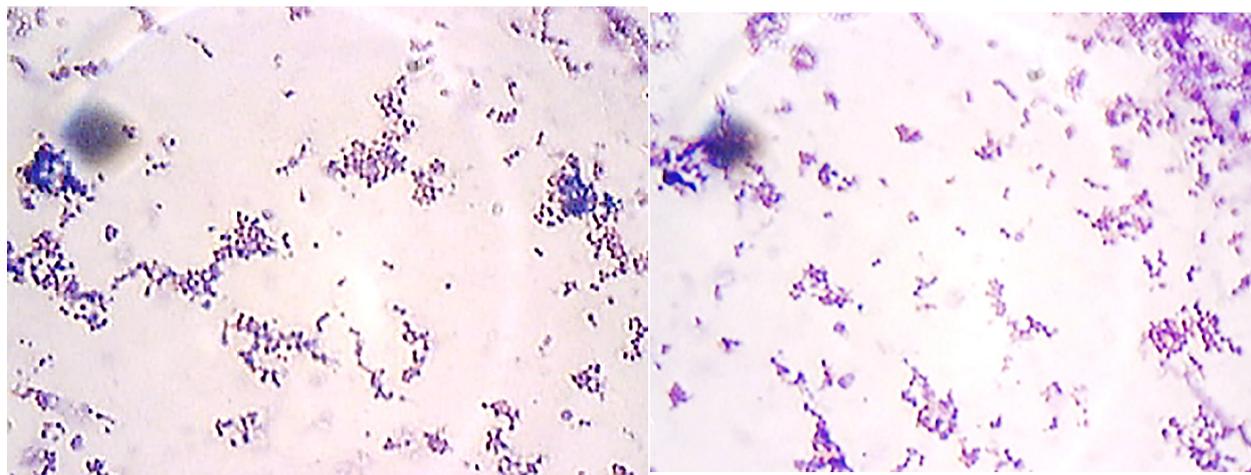


Рисунок 4 – Морфология *Bifidobacterium longum* DK-100 при хранении
Figure 4 – Morphology of *Bifidobacterium longum* DK-100 during storage

Список источников

1. Использование растительного сырья при производстве кисломолочных продуктов для специализированного питания / Е. И. Решетник, С. Л. Грибанова, Д. В. Егоров, Н. В. Грицов // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 4. С. 39–46.
2. Хамагаева И. С., Замбалова Н. А., Буянтуева Л. В. Влияние омега-3 и омега-6 жирных кислот на метаболизм бифидобактерий // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2014. № 2 (47). С. 72–78.
3. Shahidi F., de Camargo A. C. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: occurrence, applications, and health benefits // International Journal of Molecular Sciences. 2016. Vol. 17 (10). P. 1745.
4. Zhao G. Dietary α -linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women // The Journal of Nutrition. 2004. Vol. 134. No. 11. P. 2991–2997.
5. Larmo P. S. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial // The American Journal of Clinical Nutrition. 2013. Vol. 98. No. 4. P. 941–951.
6. Solà Marsiñach M., Cuenca A. P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health // Lipids in Health and Disease. 2019. Vol. 18. No. 1. P. 1–11.
7. Teleszko M. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015. Vol. 63. No. 16. P. 4120–4129.
8. Троняева О. В., Сафонова Е. Ф. Сравнительная характеристика растительных масел и масляных экстрактов, применяемых в фармации // Химия растительного сырья. 2013. № 4. С. 77–82.
9. Определение кинетических параметров роста и зависимости окислительной активности от негативных факторов внешней среды у дрожжевых штаммов *Candida maltosa* и *Debaryomyces hansenii* / В. А. Арляпов, С. С. Каманин, Н. Ю. Юдина, В. А. Алферов // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2009. № 2. С. 203–213.

References

1. Reshetnik E. I., Griбанова S. L., Egorov D. V., Gricov N. V. Ispol'zovanie rastitel'nogo syr'ja pri proizvodstve kislomolochnyh produktov dlja specializirovannogo pitaniya [The use of vegetable raw materials in the production of fermented milk products for specialized nutrition]. *Industrija Pitaniya. – Food Industry*, 2021; 6 (4): 39–46 (in Russ.).
2. Hamagaeva I. S., Zambalova N. A., Bujantueva L. V. Vlijanie omega-3 i omega-6 zhirnyh kislot na metabolizm bifidobakterij [The influence of omega-3 and omega-6 fatty acids on the metabolism of bifidobacteria]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologij i upravleniya. – Bulletin of the East Siberian State University of Technology and Management*, 2014; 2 (47): 72–78 (in Russ.).
3. Shahidi F., de Camargo A. C. Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: occurrence, applications, and health benefits // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. Vol. 17 (10). P. 1745.
4. Zhao G. Dietary α -linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *The Journal of Nutrition*, 2004; 134; 11: 2991–2997.
5. Larmo P. S. Effects of sea buckthorn and bilberry on serum metabolites differ according to baseline metabolic profiles in overweight women: a randomized crossover trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2013; 98; 4: 941–951.
6. Solà Marsiñach M., Cuenca A. P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids in Health and Disease*, 2019; 18; 1: 1–11.
7. Teleszko M. Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015; 63; 16: 4120–4129.
8. Tronyaeva O. V., Safonova E. F. Sravnitel'naja harakteristika rastitel'nyh masel i masljanyh jekstraktov, primenjaemyh v farmacii [Comparative characteristics of vegetable oils and oil extracts used in pharmacy]. *Himija rastitel'nogo syr'ja. – Chemistry of plant raw material*, 2013; 4: 77–82 (in Russ.).
9. Arlyapov V. A., Kamanin S. S., Judina N. Yu., Alferov V. A. Opredelenie kineticheskikh parametrov rosta i zavisimosti okislitel'noj aktivnosti ot negativnyh faktorov vneshnej sredy u drozhzhevyh shtammov *Candida maltosa* i *Debaryomyces hansenii* [Determination of growth kinetic parameters and dependence of oxidative activity on negative environmental factors in yeast strains *Candida maltosa* and *Debaryomyces hansenii*]. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. – Bulletin of the Tula State University. Natural Sciences*, 2009; 2: 203–213 (in Russ.).

© Хазагаева С. Н., Замбалова Н. А., Качанина Л. М., Хамагаева И. С., 2023

Статья поступила в редакцию 20.04.2023; одобрена после рецензирования 17.05.2023; принята к публикации 24.05.2023.

The article was submitted 20.04.2023; approved after reviewing 17.05.2023; accepted for publication 24.05.2023.

Информация об авторах

Хазагаева Софья Николаевна, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, sonyaxs82@gmail.com;

Замбалова Наталья Александровна, кандидат экономических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, zambalova2015@mail.ru;

Качанина Людмила Михайловна, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, lm.kaluda@mail.ru;

Хамагаева Ирина Сергеевна, доктор технических наук, профессор, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, ikhamagaeva@mail.ru

Information about authors

Sofia N. Khazagaeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management, sonyaxs82@gmail.com;

Natalia A. Zambalova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management, zambalova2015@mail.ru;

Lyudmila M. Kachanina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberia State University of Technology and Management, lm.kaluda@mail.ru;

Irina S. Khamagaeva, Doctor of Technical Sciences, Professor, East Siberia State University of Technology and Management, ikhamagaeva@mail.ru

ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В ЖУРНАЛЕ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК»

Представленные к публикации статьи должны содержать результаты неопубликованных законченных научных исследований, представлять научную новизну и иметь практическую значимость.

Редакция журнала принимает статьи по следующим научным специальностям:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки).
 - 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки).
 - 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки).
 - 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки, ветеринарные науки).
 - 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки, сельскохозяйственные науки).
 - 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).
- Также принимаются статьи, соответствующие научному направлению «Пищевые системы (технические науки)».

Авторы несут ответственность за соблюдение прав третьих лиц, достоверность сведений, используемых в материалах статьи и достоверность источников, указанных в работе.

Принимаются оригинальные научные статьи, неопубликованные ранее и не отправленные для публикации в другие издания. Проверка на оригинальность проводится в системе «Антиплагиат». Минимальный уровень оригинальности текста – 80 %. Самоцитирование, как и цитирование других авторов, должно быть обоснованным и соответствовать тематике, целям и задачам научной работы.

Допускается самоцитирование в объеме не более 10 %.

Объем научной статьи должен составлять не менее 25 000 знаков с пробелами, что приблизительно соответствует 15–16 страницам текста, набранного шрифтом размером 14 пт, полуторным междустрочным интервалом, включая текст таблиц и аннотацию (в подсчет не включается список источников и переведенный текст).

При подаче статьи авторы указывают: ФИО полностью, место работы, должность, ученое звание, степень, контактную информацию (телефон, e-mail, почтовый адрес для отправки печатной версии журнала).

Обязательно – Author ID (идентификатор автора в РИНЦ).

Желательно – ORCID (международный, открытый идентификатор исследователя и автора). Регистрация на сайте <https://orcid.org/>

Принимается рукопись статьи, имеющая не более 5 авторов.

Структура статьи должна быть разбита на логично взаимосвязанные разделы с использованием следующих подзаголовков: «Введение», «Материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Заключение», «Список источников». Во введении в обязательном порядке указывается цель исследования, в заключении приводятся выводы.

В аннотации указывают существо проведенных автором научных исследований, выполненные автором работы и полученные результаты. Аннотация должна показывать научную новизну и практическую значимость проведенного исследования. Структура аннотации аналогична структуре статьи. *Рекомендуемый объем аннотации – от 200 до 250 слов. При подготовке аннотации необходимо соблюдать следующие правила:*

1) аннотация излагается тезисно, простыми короткими предложениями; при этом начинать каждое предложение рекомендуется с глагола в прошедшем времени (исследовано..., проведен анализ..., доказано..., обосновано... и т. д.);

2) при изложении аннотации нужно использовать простые речевые обороты, не усложнять и не 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 ученых по научной проблеме, делать их аналитический обзор, давать ссылки на использованные источники;

5) необходимо избегать употребления личных местоимений (нами выполнено, мы доказали, на наш взгляд, мы полагаем и т. д.); следует выражаться обезличено;

6) в аннотации не допускается дословное повторение формулировок научной статьи, простое копирование ее положений;

7) в аннотации запрещается разрывать текст на абзацы, а также использовать иллюстрации, таблицы, формулы и сноски.

Текст научной статьи должен быть тщательно вычитан и отредактирован. При этом в процессе редакционно-издательской обработки в текст могут вноситься изменения лингвостилистического характера, а также изменения в части соответствия представления текста требованиям государственных стандартов.

Текст научной статьи набирается в текстовом редакторе с использованием формата листа А4. Размеры полей листа: верхнее, нижнее и правое – по 20 мм; левое – 25 мм. Используется шрифт Times New Roman с кеглем 14 пт (в отношении таблиц, рисунков размер шрифта может понижаться, но не ниже, чем 10 пт; формул – не ниже, чем 12 пт). Принимается полуторный междустрочный интервал (при подготовке таблиц, рисунков, формул допускается одинарный интервал). **Автоматическая расстановка переносов не устанавливается.**

До основного текста статьи приводят на языке текста статьи, а затем повторяют на английском языке (кроме УДК) следующую информацию:

- код УДК;
- через одну строку: *название статьи* (строчными буквами (с первой прописной), полужирным начертанием шрифта, с выравниванием по центру, без абзацного отступа);
- через одну строку: *имя, отчество (при наличии) и фамилия автора (полностью)*;
- на следующей строке – *полное наименование организации*, являющейся местом работы (учебы) автора, с указанием региона, города и страны; адреса электронной почты автора;
- в случае нескольких авторов статьи информация повторяется для каждого автора в отдельности; при этом, если все авторы статьи работают (обучаются) в одной организации, место работы (учебы) каждого автора отдельно не указывается;
- через одну строку – *Аннотация*;
- на следующей строке – *Ключевые слова*. Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 5 и больше 10 слов (словосочетаний), отражающих предметную и терминологическую область статьи.

После ключевых слов – *Благодарности*, где приводят слова благодарности организациям, научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в проведении исследования, подготовке статьи, а также сведения о финансировании исследования, подготовки и публикации статьи.

При изложении текста статьи необходимо соблюдать правила:

1. В тексте статьи картинки и фотографии применяются только в случае необходимости, с учетом научной значимости изображения.
2. Рисунки, диаграммы, графики – не цветные. Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. В отдельных случаях, исходя из научной целесообразности, допускается включение цветного изображения.
3. Таблицы, формулы, диаграммы, блок-схемы приводить только в редактируемом формате. Не допускается вставка данных объектов в виде картинок, фотографий, сканированных изображений. Рекомендуется приложить к тексту статьи файлы, в которых содержатся соответствующие объекты, выполненные в программах *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, *Microsoft Visio*.
4. При размещении диаграммы следует подписывать оси, указывая соответствующие величины и их размерность; приводить легенду; а, по возможности, и подписи данных.
5. При создании математических формул допускается использовать «Редактор уравнений» *Microsoft Word*, либо специализированную программу *Math Type* не ниже седьмой версии. Не следует применять редактор формул *Microsoft Equation*.
6. В тексте допустимо использование только общепринятых сокращений, установленных правилами русского языка, и общеизвестных аббревиатур; в остальных случаях – автор обязательно должен давать расшифровку. Это же касается и обозначений, приводимых в формулах, блок-схемах.
7. Подписи к изображениям, рисункам, таблицам, графикам, диаграммам повторяются на английском языке.

При оформлении списка источников следует учитывать:

1. Список источников должен включать только те источники, которые были использованы при проведении исследования и подготовке статьи.
2. Список источников – не менее 10 и не более 20 источников, в том числе
 - не менее 50 % ссылок на публикации из периодических изданий – журналов за последние 5 лет;
 - не менее 30 % ссылок – на публикации из ядра РИНЦ;

– допускается не более 10 % ссылок старше 10 лет; ссылки на такие источники должны быть логически обоснованы;

– ссылки на материалы конференции – не более 3 лет после опубликования материалов;

– в числе источников должно быть не менее 20 % зарубежных публикаций.

3. В список источников **не включаются** неопубликованные работы, учебники и учебные пособия, тезисы материалов конференций, сведения о положительных решениях и заявках на получение патентов на изобретения и полезные модели, диссертации. При необходимости сослаться на результаты диссертационного исследования – в списке приводятся журнальные статьи, опубликованные по результатам исследования или автореферат диссертации.

4. Не рекомендуется ссылаться на издания, недоступные для большинства читателей и не имеющие авторства (ведомственные издания и инструкции, ГОСТ, СНИП, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и журналах, общепринятые методики, официальные сайты и т. д.). Ссылка на данные документы оформляется в тексте (закljučаются в круглые скобки) или оформляется подстрочными ссылками в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008.

5. При ссылке на нормативный документ обязательно указывать дату его принятия, номер и название нормативного акта.

6. *Список источников оформляют в соответствии с ГОСТ 7.0.5–2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».*

При этом нужно учесть, что в заголовке описания источника (перед названием) указываются все авторы. В случае, если авторов больше шесть, то указывают первые шесть авторов и далее ставится приписка и др. Менять очередность авторов в изданных источниках не допускается.

7. Список источников составляется в порядке упоминания в тексте. В тексте ссылки на цитируемую литературу приводятся в квадратных скобках в конце предложения перед точкой, с указанием порядкового номера ссылки и страницы, например: [2], [1, С. 15]. **При отсутствии ссылки в тексте, при редакционно-издательской обработке источник будет удален из списка.**

8. Библиографическое описание источника приводится на языке, на котором он опубликован.

9. Ссылки должны быть верифицированы, выходные данные проверены на официальном сайте журналов или издательств, в РИНЦ.

10. При наличии идентификатора статьи DOI и (или) EDN – он приводится в обязательном порядке в конце библиографического описания источника.

11. Ссылка на электронный ресурс должна отсылать читателя непосредственно на цитируемый источник, а не на страницу сайта, где он размещен.

12. Если журнал издается только в электронном виде – ссылка оформляется на электронный ресурс, с указанием даты обращения к источнику.

Информация об авторах статьи. По каждому автору статьи необходимо привести:

– фамилия, имя и отчество (при наличии) – полностью;

– ученую степень (при наличии);

– ученое звание (при наличии);

– для авторов, не имеющих ученой степени и ученого звания, указывается занимаемая должность (например, младший научный сотрудник, старший преподаватель и т. д.);

– если автором является обучающийся, указывается категория обучающегося (например, аспирант, студент магистратуры и т. д.);

– наименование организации, являющейся основным местом работы (учебы);

– адрес электронной почты.

Вклад авторов. Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, приводят после «Информации об авторах». Кратко описывается личный вклад каждого автора (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи и т. д.) либо указывается – все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов. Приводится информация о конфликте интересов либо его отсутствии. Автор обязан уведомить редакцию о реальном или потенциальном конфликте интересов. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом. Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

Обращаем внимание, что переводятся на английский язык: информация об авторах, аннотация, ключевые слова, благодарности, подписи к изображениям, рисункам, таблицам, графикам, диаграммам.

Электронная версия статьи передается по электронной почте на адрес издания:
dvagrovestnik@dalgau.ru

При наличии замечаний по научной статье, они направляются автору на указанный им адрес электронной почты. Автор обязуется ответить на замечания в течение пяти рабочих дней с даты получения письма или связаться с редакцией с просьбой продления срока. В противном случае автор несет риск неопубликования статьи в текущем номере издания.

РЕДАКЦИЯ:

Михайлов А. А. – редактор, ведущий специалист по редакционно-издательской подготовке Центра публикационной активности Дальневосточного ГАУ;

Сысоенко В. В. – переводчик, ст. преподаватель кафедры гуманитарных дисциплин Дальневосточного ГАУ;

Борденюк Д. В. – специалист по информационным ресурсам, ведущий программист центра информатизации учебного процесса Дальневосточного ГАУ;

Черных Е. И. – корректор

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