

ISSN 2949-2211



*научно-практический
журнал*

АГРОНАУКА

Том 2. Номер 4.
Октябрь–декабрь 2024

Благовещенск

Основан в январе 2023 года.

Периодичность – один раз в квартал.

ISSN 2949-2211

Т. 2. № 4.

Октябрь–декабрь, 2024 год

Главный редактор

Волкова Е. А., канд. экон. наук, доцент, директор ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои».

Заместитель главного редактора

Панасюк А. Н., член-корр. РАН, д-р техн. наук, доцент, гл. науч. сотр. ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои».

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Клыков А. Г., д-р биол. наук, профессор, академик РАН, зав. отделом селекции и биотехнологии с.-х. культур ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»;

Бондарев Н. С., д-р экон. наук, доцент, зав. кафедрой управления качеством ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»;

Бедарева О. М., д-р биол. наук, профессор, зав. кафедрой агрономии и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»;

Иваченко Л. Е., д-р биол. наук, профессор кафедры химии ФГБОУ ВО «Благовещенский государственный педагогический университет»;

Ким И. В., д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр., и. о. зав. лабораторией диагностики болезней картофеля ФГБНУ «Федеральный научный центр агробiotехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»;

Присяжная С. П., д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»;

Реймер В. В., д-р экон. наук, профессор, декан факультета экономики и бизнеса, гл. науч. сотр. АОЧУ ВО «Московский финансово-юридический университет»;

Скрипко О. В., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры АППиЭ ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»;

Фролова Н. А., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»;

Шкрабтак Н. В., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»;

Иностранные члены редколлегии

Ли Хунпэн, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр. Хейлунцзянской академии сельскохозяйственных наук, КНР;

Тяньфу Хань, д-р философии, профессор Института растениеводства Китайской академии сельскохозяйственных наук, КНР.

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА

Клеткина О. О., выпускающий редактор, начальник информационно-редакторского отдела, ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Михайлова М. П., научный редактор, учёный секретарь ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Гретченко А. Е., помощник научного редактора ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Козырева О. В., технический редактор, гл. специалист ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Смолянинова Н. О., ответственный секретарь, науч. сотр. ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Клемис Т. В., администратор сайта, верстальщик, вед. спец. ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои.

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ –
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (регистрационный номер и дата принятия решения о регистрации: ПИ № ФС77-84621 от 20 января 2023 г.)

Журнал представлен в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ); в научной электронной библиотеке открытого доступа КиберЛенинка

АДРЕС РЕДАКЦИИ, ИЗДАТЕЛЯ:
675027, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19, ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, тел. +7 (4162) 36-94-49, agronauka@vniiso.ru, www.agronauka28.ru

Подписной индекс журнала «Агронаука» в каталоге «Пресса России» – 85807. Возможна подписка через редакцию.

Подписано к печати 10.12.2024. Формат 60x90/8. Уч.-изд. л. 5.94. Тираж 200 экз. Заказ 3429.
Дата выхода в свет 25.12.2024 г. Цена свободная.
Адрес типографии: 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 55.

Scientific and practical
journal

Founded in January 2023.

Frequency – once per quarter.

ISSN 2949-2211

AGROSCIENCE

Vol. 2. No 4.

October–december, 2024 year

Chief editor

Volkova Elena A., Cand. Econ. Sci., Associate Professor, Director of the FSBSI FRC "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean".

Deputy chief editor

Panasyuk Alexander N., Member of the corr. RAS, Dr. Techn. Sci., Associate Professor, Chief Researcher of the FSBSI FRC "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean".

EDITORIAL TEAM

Klykov Alexey G., Dr. Biol. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head. Department of Breeding and Biotechnology Agricultural Crops, FGBNU "FNTs Agrobiotechnology of the Far East named after A. K. Chaika";

Bondarev Nikolai S., Dr. Econ. Sci., Associate Professor of the Head. Department of Quality Management, Kemerovo State University;

Bedareva Olga M., Dr. biol. Sci., Professor, Head. Department of Agronomy and Agroecology, FSBEI HE "Kaliningrad State Technical University";

Ivachenko Lyubov E., Dr. Biol. Sci., Professor of the Department of Chemistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Blagoveshchensk State Pedagogical University";

Kim Irina V., Dr. of Agr. Sci., Chief Researcher, Acting Head of the Laboratory for Diagnostics of Potato Diseases of the FSBSI "Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Far East named after A. K. Chaika";

Prisyazhnaya Serafima P., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Researcher of the FSBSI FRC "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean";

Reimer Valery V., Dr. Econ. Sci., Professor, Dean of the Faculty of Economics and Business, Ch. scientific co-workers AOCHU VO "Moscow Financial and Legal University";

Skrupko Olga V., Dr. Techn. Sci., Associate, Professor Professor of the Department of Automation of production processes and electrical engineering "Amur State University";

Frolova Nina A., Dr. Techn. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Engineering of Technological Equipment of the FSBEI HE "Kaliningrad State Technical University";

Shkrabtak Natalia V., Dr. Techn. Sci., Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Amur State University";

Foreign members of the editorial board

Li Hongpeng, Dr. Agr. Sci., Senior Researcher of the Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, China;

Tianfu Han, PhD, Professor of the Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, China.

EDITORIAL BOARD

Kletkina Olga O., Managing Editor, Head of the Information and Editorial Department of the FSBSI FRC ARSRI of Soybean;

Mikhailova Maria P., Scientific Editor, Scientific Secretary of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean;

Gretchenko Alina E., Assistant Scientific Editor of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean;

Kozyreva Oksana V., Technical Editor, Chief Specialist of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean;

Smolyaninova Natalia O., Executive Secretary, Researcher of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean";

Klemis Tatiana V., Website Administrator, layout designer, Leading Specialist of the FSBSI FRC "ARSRI of the Soybean".

FOUNDER AND PUBLISHER –
Federal State Budgetary
Scientific Institution Federal
Scientific Center
"All-Russian Scientific Research
Institute of Soybeans"

Federal Service for Supervision
of Communications,
Information Technology,
and Mass Media
(Roskomnadzor)
Registration record
ПИ № ФС 77-84621
dated January 20, 2023

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

*EDITORIAL AND PUBLISHER
ADDRESS:*

Ignatievskoe highway, 19,
Blagoveshchensk,
Amur region,
675027

FSBSI FRC ARSRI,
+7 (4162) 36-94-49,
agronauka@vniiso.ru
www.agronauka28.ru

The subscription index of the journal "Agronauka"
in the catalog "Press of Russia" is 85807. Subscription through the editorial office is possible.

Signed for publication on 10/12/2024. The format is 60x90/8. Uch.-ed. I. 5.94. The circulation is 200 copies. Order 3429.
The release date is 25.12.2024. The price is free.

Printing house address: 55 Politechnicheskaya str., Blagoveshchensk, Amur region, 675005.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО.....	5
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ КУКУРУЗЫ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ ОСТРОВА ХАЙНАНЬ (КНР) <i>Чжан Цифэн, Ли Цзиньян, Вэй Жань, Цай Синьсинь, Ли Ян, У Яо, Ван Бин, Чэнь Хайцзюнь.....</i>	5
ЛЁН-ДОЛГУНЕЦ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Ю. В. Оборская.....</i>	13
СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ.....	22
ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ И ГИБРИДНОГО МАТЕРИАЛА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ <i>Л. М. Соколова, А. В. Корнев.....</i>	22
КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕМЯН СОИ РАЗНЫХ СОРТОВ ПРИ ВЛИЯНИИ <i>CERCOSPORA SOJINA</i> HARA <i>А. А. Блинова.....</i>	32
АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ.....	41
ИСПЫТАНИЕ ШТАММОВ <i>V. ELKANII</i> НА СОЕ СОРТОВ СТАТНАЯ И СЕНТЯБРИНКА В ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ <i>М. В. Якименко, И. Ю. Татаренко, А. И. Сорокина, А. В. Чепелева, Я. С. Гутор.....</i>	41
ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ ЗАРАЖЁННЫХ ЦЕРКОСПОРОЗОМ ПРОРОСТКОВ СОИ НА ДЕЙСТВИЕ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ С УЧАСТИЕМ МАЛАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ <i>В. А. Кузнецова, А. А. Блинова, И. Б. Огурцов, Л. Е. Иваченко.....</i>	47
ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	56
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНО-РЕШЁТНОЙ ОЧИСТКИ СЕЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА <i>В. А. Сахаров, А. А. Кувшинов, А. В. Липкань, В. С. Усанов, И. М. Присяжная.....</i>	56
РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА.....	69
ОЦЕНКА СЛОЖИВШЕЙСЯ СТРУКТУРЫ ВЫСЕВАЕМЫХ СОРТОВ СОИ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ <i>Е. А. Волкова, Н. О. Смолянинова, В. В. Реймер.....</i>	69

CONTENTS

GEPONICS AND CROPPING.....	5
FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION AND CARE OF CROP MAIZE IN THE SOUTHERN REGIONS OF HAINAN ISLAND (PRC) <i>Zhang Qifeng, Li Jinliang, Wei Ran, Cai Xinxin, Li Yang, Wu Yao, Wang Bing, Chen Haijun.....</i>	5
FLAX – A PROMISING CROPS FOR THE AMUR REGION <i>Yu. V. Oborskaya.....</i>	13
SELECTION, SEED FARMING AND PLANT BIOTECHNOLOGY.....	22
PHENOTYPIC FEATURES OF PARENTAL FORMS AND HYBRID MATERIAL OF CANTEEN CARROTS <i>L. M. Sokolova, A. V. Kornev.....</i>	22
CATALASE ACTIVITY OF SOYBEAN SEEDS OF DIFFERENT VARIETIES UNDER THE INFLUENCE OF <i>CERCOSPORA SOJINA HARA</i> <i>A. A. Blinova.....</i>	32
AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE.....	41
TESTING OF STRAINS OF RHIZOBIA <i>B. ELKANII</i> ON SOY VARIETIES STATNAYA AND Sentyabrinka IN FIELD EXPERIMENTS <i>M. V. Yakimenko, I. Yu. Tatarenko, A. I. Sorokina, A. V. Chepeleva, Y. S. Gutor.....</i>	41
RESPONSE OF CERCOSPOROSIS-INFECTED SOYBEAN SEEDLINGS TO FUNGICIDAL AGENTS MALATE DEHYDROGENASE IN RESPONSE TO FUNGICIDAL AGENTS <i>V. A. Kuznetsova, A. A. Blinova, I. B. Ogurtsov, L. E. Ivachenko.....</i>	47
TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX.....	56
INVESTIGATION OF REGIME PARAMETERS OF AIR-SIEVE CLEANING OF SOYBEAN COMBINE HARVESTER <i>V. A. Sakharov, A. A. Kuvshinov, A. V. Lipkan, V. S. Usanov, I. M. Priyazhnaya.....</i>	56
REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS.....	69
ASSESSMENT OF THE CURRENT STRUCTURE OF SOYBEAN VARIETIES SOWN IN THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT <i>E. A. Volkova, N. O. Smolyaninova, V. V. Reimer.....</i>	69

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО GEOPONICS AND CROPPING

Научная статья

УДК 635-154:664.663.4: 512.311

EDN: BXMSIG

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-5-12>

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УХОДА ЗА ПОСЕВАМИ КУКУРУЗЫ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ ОСТРОВА ХАЙНАНЬ (КНР)

Чжан Цифэн¹, Ли Цзиньян¹, Вэй Жань¹, Цай Синьсинь¹, Ли Ян², У Яо¹, Ван Бин¹, Чэнь Хайцзюнь¹

¹ Филиал Хэйхэской академии сельскохозяйственных наук, г. Хэйхэ, Хэйлунцзян

² Метеорологическое бюро Хэйхэ, Хэйхэ, Хэйлунцзян

Аннотация. Погодные условия на острове Хайнань в Китае являются весьма благоприятными для роста и развития кукурузы. Этот регион является идеальным местом для практики «южного выращивания» кукурузы благодаря тёплым зимам, которые позволяют исследователям круглогодично проводить работы по ускорению селекционного процесса и изучению современных технологий её возделывания. Цель исследования заключается в обобщении многолетнего опыта «южного выращивания» кукурузы с целью создания рекомендаций, которые смогут поддержать российские селекционные практики и способствовать ускорению селекционных исследований в России через сотрудничество с китайскими специалистами. На основе многолетнего опыта «южного выращивания» кукурузы на острове Хайнань были обобщены основные технологические аспекты, и разработаны рекомендации, сопровождаемые необходимой технологической документацией для специалистов, занимающихся этой практикой. Важно учесть основные технологии возделывания кукурузы, а также ключевые моменты управления, которые необходимо соблюсти при её размножении на юге. Эти рекомендации направлены на оптимизацию процессов, что, в свою очередь, может существенно повысить урожайность и качество кукурузы, выращиваемой в данном климатическом регионе.

Ключевые слова: кукуруза, остров Хайнань, селекция, удобрения, технология возделывания, южное выращивание.

Для цитирования: Особенности технологии возделывания и ухода за посевами кукурузы в южных регионах острова Хайнань (КНР) / Цифэн Чжан, Цзиньян Ли, Жань Вэй, Синьсинь Цай, Ян Ли, Яо У, Бин Ван, Хайцзюнь Чэнь // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 5–12. EDN: BXMSIG. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-5-12>

Original article

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF CULTIVATION AND CARE OF CROP MAIZE IN THE SOUTHERN REGIONS OF HAINAN ISLAND (PRC)

Zhang Qifeng¹, Li Jinliang¹, Wei Ran¹, Cai Xinxin¹, Li Yang², Wu Yao¹, Wang Bing¹, Chen Haijun¹

¹ Heihe Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, Heilongjiang

² Heihe Meteorological Bureau, Heihe, Heilongjiang

Abstract. The weather conditions on Hainan Island in China are very favorable for the growth and development of maize. This region is an ideal place for the practice of "southern cultivation" of maize due to its warm winters, which allow researchers to carry out year-round work to accelerate the selection process and study modern cultivation technologies.

Based on many years of experience in "southern cultivation" of maize on Hainan Island, the main

© Цифэн Чжан, Цзиньян Ли, Жань Вэй, Синьсинь Цай, Ян Ли, Яо У, Бин Ван, Хайцзюнь Чэнь, 2024

technological aspects were summarized and recommendations were developed, accompanied by the necessary technological documentation for specialists engaged in this practice. It is important to take into account the main technologies for cultivating maize, as well as key management points that must be observed when propagating it in the south.

These recommendations are aimed at optimizing processes, which, in turn, can significantly increase the yield and quality of maize grown in this climatic region.

Keywords: maize, Hainan Island, selection, fertilizers, cultivation technology, southern cultivation.

For citation: Zhang Qifeng, Li Jinliang, Wei Ran, Cai Xinxin, Li Yang, Wu Yao, Wang Bing, Chen Haijun. Osobennosti tekhnologii vozdelvaniya i ukhoda za posevami kukuruzy v yuzhnykh regionakh ostrova Khainan' (KNR). [Features of the technology of cultivation and care of crop, maize in the southern regions of hainan Island (PRC)]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:4:5–12. (in Chinese). EDN: BXMSIG. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-5-12>

Введение

«Южное выращивание» представляет собой метод, при котором китайские селекционеры после сбора урожая осенью в своих регионах транспортируют селекционный материал сельскохозяйственных культур в тропические или субтропические районы южного Китая для дальнейшего выращивания и селекции. Этот подход позволяет в течение одного года получить 2...3 поколения культур, что значительно сокращает цикл селекции и экономит время на проведение научных исследований.

Провинция Хайнань, обладая типичным тропическим климатом, предоставляет необходимые условия для солнечного освещения и наличия экологических ресурсов, что создаёт благоприятную среду для круглогодичного выращивания различных культур. Именно поэтому Хайнань стала главной базой Китая по «южному выращиванию» и селекции. Китайские селекционеры занимаются этой практикой в провинции уже более 70 лет.

Город Санья, расположенный в провинции Хайнань, находится на северной границе тропиков. Средняя годовая температура здесь составляет 22...25 °С, что делает этот регион своеобразной естественной теплицей. Природные условия Саньи значительно отличаются от условий континентальных районов страны: кукуруза и сорняки здесь растут быстрее, а условия ведения сельского хозяйства и методы культивации также имеют свои особенности. Поэтому актуальными и необходимыми задачами «южного выра-

щивания» в этом районе являются проведение исследований в области технологий ухода за посевами, а также научный анализ профилактики и борьбы с болезнями растений и насекомыми-вредителями.

Цель исследования заключается в обобщении многолетнего опыта «южного выращивания» кукурузы с целью создания рекомендаций, которые смогут поддержать российские селекционные практики и способствовать ускорению селекционных исследований в России через сотрудничество с китайскими специалистами.

1. Разработка плана по выращиванию

Разумный план по «южному выращиванию» является ключом к успеху в проведении данного вида работ. Как правило, материалы, используемые при «южном выращивании», включают добавки и заместители, смеси, контрольные материалы, а также материалы для селекционных комбинаций и производства семян. При размещении семян рекомендуется оставлять резервное количество материалов, чтобы предотвратить негативные последствия от тайфунов и других непредсказуемых ситуаций.

Необходимо вести подробный журнал и чётко фиксировать количество каждого материала, а также объём материала, который необходимо собрать. Кроме того, существуют разные сроки посева материалов, в соответствии с которыми их следует классифицировать и упаковывать, чтобы избежать путаницы.

2. Выбор земельного участка

2.1. Установление долгосрочного сотрудничества с местным регионом

Некоторые сельскохозяйственные научно-исследовательские институты, а также средние и крупные предприятия имеют свои базы по «южному выращиванию» на постоянных площадках для проведения исследований, результаты которых способствуют решению многих возникающих в работе проблем.

В отсутствие постоянной площадки для исследований существует возможность арендовать земельные участки на Хайнане в таких местах, как Хуанлю, Чунпо, Лэдун, Ячэн, Санья, Тяньду, Тэнцяо и в округе на фермах Наньхун, Наньбинь, Шибу и т. д., где погодные условия близки к идеальным.

После многих лет развития практики «южного выращивания» в сельском хозяйстве в некоторых деревнях появились так называемые координаторы по южному выращиванию. Эти специалисты помогают организовать процессы и координировать действия между участниками данного метода. Чаще всего это люди с определённым влиянием на местном уровне и обширными контактами. Они могут способствовать поиску подходящих площадок для исследований, изоляции земельных участков, а также оказывать помощь местным хозяйствам в уходе за посевами и решении различных проблем, возникающих при применении метода «южного выращивания».

2.2. Изоляция земельного участка

Технология выращивания подразделяется на два основных типа. Первый тип – это выращивание небольшого количества материала с использованием селекционных комбинаций обычных материалов, добавок и заместителей. Так как объём материала на каждой фазе такого процесса невелик, для данного типа не требуется изоляция большой площади – достаточно использовать небольшую упаковку для предотвращения загрязнения.

Второй тип – это крупномасштабное производство семян или выращивание одной инбредной линии. Объём материала при таком типе выращивания относительно

но велик, а в некоторых случаях требуемая площадь может достигать нескольких акров или даже десятков акров. При организации данного типа выращивания важно уделить внимание изоляции определённых земельных участков.

В последние годы объёмы «южного выращивания» существенно возросли, что привело к включению районов с подходящим климатом в список отраслей, имеющих важное значение для местного экономического развития. В связи с этим возникает серьёзная задача по изоляции земельных участков, и чем больше специалистов работает в области «южного выращивания», тем труднее становится решить эту проблему.

Первый способ решения данной задачи – пространственная изоляция, при этом предпочтительно, чтобы расстояние между земельными участками превышало 500 метров. Второй способ – изоляция с использованием дополнительных препятствий, таких как здания, деревни, высокие стены, леса и т. д. Третий способ – временная изоляция. При использовании этого подхода необходимо учитывать различные факторы для обеспечения необходимых условий и защиты от перекрёстного опыления. Как правило, селекционные материалы с аналогичными сроками созревания высевают в шахматном порядке с интервалом 15 дней и более для обеспечения «чистоты» собранных семян.

2.3. Выбор участка в соответствии с плодородностью почвы и условиями орошения

Земельные участки, предназначенные для «южного выращивания», обычно делятся на суходольные и заливные. Важно выбирать участки с глубоким слоем плодородной почвы и ровной поверхностью. Следует учитывать, что лёгкая (песчаная) почва имеет низкое плодородие и плохо удерживает влагу. При выборе земельного участка предпочтение часто отдаётся суходольным полям, поскольку почва на таких участках успешно способствует появлению всходов кукурузы и обладает хорошими агрономическими характеристиками. Однако необходимо предусмотреть наличие хорошей ирригационной инфраструктуры

для обеспечения орошения. Если есть такая возможность, целесообразно выбрать участок, расположенный выше уровня источника воды, поскольку фермерам, занимающимся овощеводством, требуется много воды для полива. В противном случае вода может не достигать участков, расположенных ниже, что приведёт к недостаточному увлажнению. Несмотря на то, что почва заливных полей обычно плодородна, необходимо уделять особое внимание условиям дренажа, чтобы избежать проблем с избытком влаги. При отсутствии равномерного дренажа постоянные дожди или неправильный полив приведут к снижению температуры почвы и ухудшению аэрации корневой системы, из-за чего кукуруза будет расти медленно. При выборе земельных участков следует также обращать внимание на использование пестицидов при предыдущем выращивании сельскохозяйственных культур. Особенно на суходольных полях применение большого количества гербицидов может привести к фитотоксичности.

3. Подготовка почвы, внесение удобрений и посев

3.1. Подготовка почвы к посеву

Очень важно строго соблюдать сроки подготовки почвы. В последние годы в начале ноября нередки тайфуны, вызывающие обильные дожди и высокую влажность почвы. В это время не рекомендуется спешить с подготовкой почвы; необходимо дать ей просохнуть перед началом работ. В противном случае ухудшается качество обработки почвы, например, могут образоваться слипшиеся полосы, что негативно сказывается на качестве посева.

При использовании сельскохозяйственной техники целесообразно сначала вспахать почву и подсушить её в течение 1...2 дней, затем выполнить фрезерование, а через 1...2 дня повторить этот процесс (без выполнения всех операций сразу).

При таком подходе обеспечивается равномерность подготовки почвы, её размельчение, что обеспечит в дальнейшем лёгкость гребневания. Конкретное время просушивания почвы определяется в соот-

ветствии с реальной ситуацией, с учётом избежания потери влаги [4].

3.2. Внесение удобрений и гребневание

Как правило, внесение удобрений можно сочетать с гребневанием. В состав вносимых удобрений следует добавить пестициды для борьбы с почвенными насекомыми-вредителями. В настоящее время чаще всего применяют двухрядный способ посева на широких гребнях с междурядьями 100...110 см. Такой способ возделывания обеспечивает устойчивость к засухе и подтоплению, хорошую аэрацию и освещённость. Он довольно широко применяется во многих районах провинции Хэйлунцзян. Ещё одним его преимуществом является удобство для специалистов выполнять полевые работы – опыление, осмотр и прополку сорняков.

3.3. Сроки посева

Как правило, оптимальное время для обычного посева – с конца октября до середины ноября. Однако в последние годы в этот период часто наблюдаются тайфуны. Хотя ранний посев может обеспечить хорошие ранние всходы, он также сопряжён с риском их повреждения из-за тайфунов. Посев в декабре считается слишком поздним. Несмотря на то, что такой посев позволяет избежать тайфунов, этап репродуктивного роста кукурузы совпадает с периодом низких температур, что негативно влияет на опыление и приводит к снижению объёма урожая. Кроме того, поздний посев неминуемо задерживает сбор урожая, что может затруднить весенний посев в провинции Хэйлунцзян или повторную передачу контрольных семян.

В марте начинается сезон дождей, и дожди могут оказать значительное влияние на процесс просушки.

3.4. Межевание и посев

После подготовки почвы необходимо установить на местности знаки и обозначить границы участков в соответствии с заранее составленным планом поля, чтобы не допустить ошибок при посеве. При межевании участков рекомендуется использовать трос. После выполнения межевания одного участка трос можно перенести параллель-

но его границе для выполнения межевания следующего. После появления всходов трост необходимо убрать, чтобы избежать проблем при механической обработке почвы под посев следующего года. Способ посева в основном ручной с расстоянием между растениями, равным 1/2 расстояния, обеспечивающего сохранность всходов. Посев осуществляется гнездовым способом по одному зерну с периодическим прореживанием и обязательным соблюдением планового количества оставшихся всходов. В некоторых организациях, занимающихся селекцией, применяются модифицированные сеялки нажимного действия, которые можно настроить на посев по 1...2 зерна, а также использовать их для внесения удобрений. Существует множество модификаций таких сеялок, но в настоящее время технология их применения ещё недостаточно хорошо отработана. К преимуществам данного оборудования относятся гибкость в эксплуатации, возможность автономной работы на небольших площадях и сравнительно высокая эффективность. Недостатки – посев в один ряд требует частой смены зёрен, а на качество посева влияет размер зёрен кукурузы. Специалисты, занимающиеся научно-исследовательской деятельностью, непрерывно работают в данном направлении, и мы надеемся вскоре получить изделие с отработанной технологией применения.

4. Уход за посевами

4.1. Удаление сорняков

Удаление сорняков закрытым способом, при внесении в почву, можно производить в вечернее время в день посева. Для достижения наилучшего эффекта рекомендуется использовать экстракт метолахлора или добавить небольшое количество ацетохлора. Если применение закрытого способа удаления сорняков не дало желаемых результатов или по каким-либо причинам не было проведено, после появления всходов возможно выполнение ручной прополки. Тем не менее, этот метод требует значительных трудозатрат и является сравнительно дорогим.

Обработка стеблей и листьев после появления всходов представляет собой бо-

лее эффективное и безопасное решение по сравнению с закрытым способом удаления сорняков. На Хайнана Сыть круглая и Элевзина индийская являются распространёнными злаковыми сорняками, борьба с которыми представляет определённые сложности. После полива эти растения начинают быстро расти, и если не принять меры своевременно, они могут серьёзно негативно повлиять на рост кукурузы на стадии всходов.

Для борьбы с сорняками после появления всходов обычно используют пестициды, такие как мезотрион или топрамезон. Мезотрион обеспечивает более выраженный эффект в удалении сорняков, тогда как топрамезон является более безопасным вариантом. Если существует обеспокоенность по поводу чувствительности инбредной линии к пестицидам, рекомендуется использовать защитное стекло и направленное распыление, чтобы избежать попадания химикатов на всходы. После стадии интенсивного роста кукурузы можно применять биоцидный гербицид контактного действия, такой как глүфосинат аммония, который необходимо распылять исключительно на сорняки, избегая его попадания на всходы.

После стадии усиленного роста кукурузы можно применять биоцидный гербицид контактного действия глүфосинат аммония, которым необходимо опрыскивать только сорняки, избегая его попадания на всходы кукурузы. Поскольку в это время ростки уже довольно высокие, даже если небольшое количество химикатов попадёт на стебли и листовые влагалища, то они не погибнут. Два опрыскивания в течение вегетации, как правило, помогают решить проблему роста сорняков [5].

4.2. Орошение и удобрение

Способы орошения можно условно разделить на три категории: орошение по бороздам, дождевание и капельное орошение. Обычно фермеры, которые обрабатывают небольшие земельные участки неправильной формы, расположенные вблизи оросительных каналов, предпочитают орошение по бороздам. В настоящее время на более широкой территории базы «южного выращивания» наиболее активно используются

дождевание и капельное орошение. Эти методы требуют предварительной прокладки труб и решения вопросов, связанных с напором воды.

При правильной эксплуатации системы дождевого орошения можно эффективно использовать на протяжении трёх лет и более. Существует два основных способа внесения базовых удобрений. Первый способ – ручное разбрызгивание перед гребневанием, которое может осуществляться как сплошным по всей площади, так и по полосам. С учётом современных технологий, использование дронов для разбрызгивания удобрений становится весьма привлекательной альтернативой.

Второй способ внесения базовых удобрений – механический, который подразумевает внесение удобрений непосредственно во время гребневания. Этот метод является высокоэффективным и экономически выгодным. Подкормку необходимо делать несколько раз, но в небольших количествах. Следует избегать чрезмерного внесения удобрений, растворяя их в воде при проведении орошения, так как пере насыщение может привести к неэффективному использованию как питательных веществ, так и воды [6].

4.3. Профилактика влияния на посевы заболеваний, насекомых-вредителей и грызунов

Климат в провинции Хайнань значительно отличается от климата в провинции Хэйлунцзян, что также сказывается на распространённых типах заболеваний растений в этих регионах. Например, такие болезни, как пятнистость листьев и головня метёлок, которые распространены в провинции Хэйлунцзян, в Санье встречаются гораздо реже. В то же время ржавчина и стеблевая гниль стали распространёнными заболеваниями в Санье, причём ржавчина особенно заметна и признана основным местным заболеванием.

Для борьбы с заболеваниями на ранней стадии используется диниконазол, диклобутразол, триадимефон и другие препараты. Эти средства рекомендуется вносить один раз в 7 дней или же проводить обработку 2...3 раза подряд. Все эти препараты демон-

стрируют высокий профилактический эффект.

Зимой в провинции Хайнань наблюдается относительно высокая температура, что способствует быстрому размножению насекомых-вредителей. Поэтому крайне важно заранее принимать меры по профилактике и борьбе с ними, ещё до их фактического появления, чтобы избежать серьёзных потерь. Профилактическую обработку против насекомых-вредителей в почве следует проводить одновременно с внесением базовых удобрений.

На стадии всходов необходимо осуществлять профилактику появления личинок бабочки-капустницы, а на стадии выхода метёлки – бороться с кукурузным мотыльком и кукурузной листовенной совкой. Работы по борьбе с насекомыми-вредителями на поверхности могут быть эффективно скомбинированы с мерами по профилактике заболеваний. Применение пестицидов для борьбы с грибковыми и бактериальными заболеваниями, инсектицидов, а также внесение внекорневых удобрений или регуляторов роста растений может значительно повысить успех борьбы с вредителями и болезнями.

Опрыскивание с помощью дронов – это новый экономичный и эффективный способ распыления. Обычно стоимость опрыскивания с воздуха составляет 15 юаней за 7 соток (без учёта химикатов), что намного дешевле ручного опрыскивания. Данная технология может получить широкое применение в селекционной работе при «южном выращивании».

Профилактические мероприятия по борьбе с грызунами – ключевое звено селекционной работы при «южном выращивании». Обычно вред грызунами наносится растениям на стадиях всхода и созревания. Перед выполнением работ по подготовке почвы необходимо заранее разложить крысиный яд или приманки с отравой, возле нор установить мышеловки. Также можно установить электрические приспособления для отпугивания грызунов. Если работы по борьбе с грызунами не будут проведены

должным образом, то они быстро размножатся и нанесут большой вред посевам кукурузы.

4.4. Прореживание и сбор урожая

Прореживание (сортовая прополка) является основной задачей в работе по «южному выращиванию» на протяжении всего периода роста кукурузы. Основываясь на опыте работы, следует своевременно удалять растения с несоответствующей высотой, формой листьев, метёлками и т. д. Также во время сбора урожая необходимо тщательно выявлять и отбраковывать початки, не соответствующие предъявляемым требованиям.

Выводы

База по «южному выращиванию» представляет собой уникальный и незаменимый селекционный ресурс Китайской Народной Республики. Она играет важную роль в развитии современной семеноводческой отрасли и обеспечении продовольственной безопасности страны. Эта база существенно ускоряет селекцию улучшенных сортов

сельскохозяйственных культур, вносит значительный вклад в создание их оригинальных видов и производит необходимый объём семян [7].

Из-за территориальных особенностей в России отсутствуют районы, где можно было бы организовать базы для ускоренной селекции с использованием метода «южного выращивания», что оказывает определённое влияние на селекционную работу. В связи с этим платформа китайско-российского сотрудничества в области научных исследований в сельском хозяйстве предоставляет российским селекционерам возможность посетить провинцию Хайнань в Китае для реализации проектов по «южному выращиванию». Это окажет значительное влияние на ускорение селекционных исследований в России.

В данной статье обобщён многолетний опыт «южного выращивания» кукурузы, и авторы надеются, что представленная информация будет полезна для российских селекционеров.

Список источников

1. Чжан Цифэн. Важные особенности технологии выращивания и селекции хэйлунцзянской кукурузы на острове Хайнань // Семеноводство КНР. 2018. № 2. С. 52–53
2. Го Фэн, Дуань Юньпин, Лю Шоуцун и др., Технология выращивания и ухода за кукурузой при «южном выращивании» в зимний период // Сельскохозяйственный научно-технический вестник. 2019. № 9. С. 228–231.
3. Ван Пэй, Чжао Чжэньбан, Чжан Пэйпэй и др, Важные особенности технологии «южного выращивания» и разведения сои // Сельскохозяйственный бюллетень провинции Аньхой. 2017. № 11. С. 67–80.
4. Fujie Zhao, Guojie Wang, Shijie Li, Daniel Fiifi Tawia Hagan, Waheed Ullah. The combined effects of VPD and soil moisture on historical maize yield and prediction in China // *Frontiers in Environmental Science*. 2023. Vol 11. Pp. 171–184. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1117184-5>.
5. Чжан Хайшэнь, Сюн Вэйдун, Чжан Вэйцян и др., Технология и важные особенности «южного выращивания» кукурузы зимой // Сельскохозяйственный научно-технический вестник. 2012. № 8. С. 177–179.
6. Piskareva L. A., Cheverdin A. Yu. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield // *Journal of Agriculture and Environment*. 2020. Vol. 3 No. 15. Pp. 24–28.
7. Chuan X. J., Zhou Z. X., Li L., Li L. L., and Guo T. Current situation and development countermeasures of informatization construction of Nanfan silicon valley, Guizhou Nongye Kexue // *Guizhou Agricultural Sciences*. 2020, Vol. 48. No. 11. Pp. 126–130.

References

1. Zhang Qifeng. Vazhnye osobennosti tekhnologii vyrashchivaniya i seleksii kheiluntszyanskoi kuku-ruzy na ostrove Khainan' [Important Features of the Technology of Growing and Breeding Heilongjiang maize on Hainan Island]. *Semenovodstvo KNR. Seed Production of the PRC*. 2018;2:52–53. (in Chinese).
2. Guo Feng, Duan Yunping, Liu Shouqiu, et al. Tekhnologiya vyrashchivaniya i ukhoda za kukuruzoi pri «yuzhnom vyrashchivanii» v zimnii period [Technology of Growing and Caring for maize under "South-

ern Cultivation" in Winter]. *Sel'skokhozyaistvennyi nauchno-tekhnicheskii vestnik. Agricultural Scientific and Technical Bulletin*. 2019;9:228–231. (in Chinese).

3. Wang Pei, Zhao Zhenbang, Zhang Peipei, et al. Vazhnye osobennosti tekhnologii «yuzhnogo vyrashchivaniya» i razvedeniya soi [Important Features of the Technology of "Southern Cultivation" and Soybean Breeding]. *Sel'skokhozyaistvennyi byulleten' provintsii An'k'hoi. Agricultural Bulletin of Anhui Province*. 2017;11:67–80. (in Chinese).

4. Fujie Zhao, Guojie Wang, Shijie Li, Daniel Fiifi Tawia Hagan, Waheed Ullah. The combined effects of VPD and soil moisture on historical maize yield and prediction in China. *Frontiers in Environmental Science*. 2023;11:171–184. (in Eng.). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.11171845>

5. Zhang Haishen, Xiong Weidong, Zhang Weiqiang, et al. Tekhnologiya i vazhnye osobennosti «yuzhnogo vyrashchivaniya» kukuruzy zimoi [Technology and Important Features of "Southern Cultivation" of maize in Winter]. *Sel'skokhozyaistvennyi nauchno-tekhnicheskii vestnik. Agricultural Scientific and Technical Bulletin*. 2012;8:177–179. (in Chinese).

6. Piskareva L. A., Cheverdin A. Yu. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield. *Journal of Agriculture and Environment*. 2020;3:15:24–28. (in Eng.).

7. Chuan XJ, Zhou ZX, Li L, Li LL, and Guo T. Current situation and development countermeasures of informatization construction of Nanfan silicon valley, *Guizhou Nongye Kexue. Guizhou Agricultural Sciences*. 2020;48:11:126–130. (in Eng.).

Информация об авторах

Чжан Цифэн – мл. науч. сотр.;
Ли Цзиньян – науч. сотр.;
Вэй Жань – мл. науч. сотр.;
Цай Синьсинь – мл. науч. сотр.;
Ли Ян – сотр.;
У Яо – мл. науч. сотр.;
Ван Бин – мл. науч. сотр.;
Чэнь Хайцзюнь – мл. науч. сотр.

Information about the authors

Zhang Qifeng – Junior Researcher;
Li Jinliang – Researcher;
Wei Ran – Junior Researcher;
Cai Xinxin – Junior Researcher;
Li Yang – Employee;
Wu Yao – Junior Researcher;
Wang Bing – Junior Researcher;
Chen Haijun – Junior Researcher.

**Статья поступила в редакцию 21.10.2024;
одобрена после рецензирования 28.10.2024;
принята к публикации 30.10.2024**

**The article was submitted 21.10.2024;
approved after reviewing 28.10.2024;
accepted for publication 30.10.2024**

Научная статья

УДК 633.521(571.61)

EDN: IIEPRS

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-13-21>**ЛЁН-ДОЛГУНЕЦ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ****Юлия Васильевна Оборская**

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, oborskaia28@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты экологического испытания сортов льна-долгунца, проведённого в 2023 году в рамках научно-технического сотрудничества между ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет» и ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». Испытания проводились на базе отдела семеноводства Дальневосточного государственного аграрного университета, расположенного в селе Грибское Благовещенского района Амурской области. Целью исследования было проведение экологического испытания сортов льна-долгунца с определением наиболее перспективных сортов для условий южной зоны Амурской области. Полевые и лабораторные эксперименты осуществлялись в соответствии с общепринятыми методическими рекомендациями. Почвенно-климатические условия южной зоны Амурской области полностью соответствуют биологическим требованиям данной культуры, что позволяет использовать лён-долгунец в посевах для диверсификации и оптимизации структуры севооборота. По результатам исследований 2023 года, из семи изучаемых сортов льна-долгунца, допущенных к использованию в производстве, наиболее целесообразным для возделывания является позднеспелый сорт Атлант. Этот сорт демонстрирует высокую урожайность волокна (1,24 т/га) и семян (0,96 т/га) с отличными показателями прядильной способности волокна.

Ключевые слова: лён-долгунец, экологическое испытание, продуктивность, волокно, диверсификация, группа спелости.

Для цитирования: Оборская Ю. В. Лён-долгунец – перспективная культура для Амурской области // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 13–21. EDN: IIEPRS. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-13-21>

Original article**FLAX – A PROMISING CROPS FOR THE AMUR REGION****Yulia V. Oborskaya**

All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russia, oborskaia28@mail.ru

Abstract. The article presents the results of an ecological test of flax varieties conducted in 2023 as part of scientific and technical cooperation between the Far Eastern State Agrarian University and the Federal Scientific Center for Bast Crops. The tests were conducted at the Seed Production Department of the Far Eastern State Agrarian University, located in the village of Gribskoye, Blagoveshchensky District, Amur Region. The aim of the study was to conduct an ecological test of flax varieties to determine the most promising varieties for the conditions of the southern zone of the Amur Region. Field and laboratory experiments were carried out in accordance with generally accepted guidelines. The soil and climatic conditions of the southern zone of the Amur Region fully meet the biological requirements of this crop, which makes it possible to use flax in crops to diversify and optimize the crop rotation structure. According to the results of the 2023 research, of the seven studied varieties of fiber flax approved for use in production, the most suitable for cultivation is the late-ripening variety "Atlant". This variety demonstrates high yields of fiber (1.24 t/ha) and seeds (0.96 t/ha) with excellent fiber spinning capacity.

© Оборская Ю. В., 2024

Keywords: fiber flax, environmental testing, productivity, fiber, diversification, maturity group.

For citation: Oborskaya YV. Len-dolgunets – perspektivnaya kul'tura dlya Amurskoi oblasti [Flax – a promising crops for the Amur region]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:4:13–21 (in Russ.). EDN: IIEPRS. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-13-21>

Введение

Лён-долгунец является одной из ключевых технических культур России, благодаря климатическим условиям, которые способствуют его возделыванию и получению высококачественного волокна. В настоящее время льняная продукция широко используется в различных секторах экономики и демонстрирует выдающиеся физико-механические свойства, такие как прочность, долговечность и способность к терморегуляции. Эти характеристики привлекают внимание множества производителей.

Таким образом, спрос на льняное волокно продолжит расти, открывая новые возможности для производителей и инвесторов, стремящихся занять сильные позиции в этой нише. Ежегодная потребность в льняном волокне внутри страны составляет более 130 тыс. тонн, в то время как фактическое производство на сегодняшний день в 2,5 раза ниже этой цифры [1]. Крупнейшими мировыми игроками в области выращивания льна, производства льняного волокна и изделий из него являются Китай, Франция,

Украина, Беларусь, Бельгия, Нидерланды и Египет [2].

По данным «Анализа рынка волокна льна-долгунца в России», подготовленного BusinesStat [3], в 2019–2023 гг. его посевные площади в стране сократились на 30 % (с 50 до 35 тыс. га), что и привело к нехватке льноволокна в стране (рисунок 1). Как сообщается в бюллетене Росстат [4], посевы льна-долгунца в 2024 г. составили 40,6 тыс. га, что на 10,5 % больше, чем в 2023 году [5]. Цены реализации льноволокна возросли почти в 3 раза. Такие колебания в посевных площадях эксперты агропромышленного комплекса (АПК) связывают с недостаточной востребованностью льна-долгунца среди сельхозтоваропроизводителей, из-за отсутствия прогноза рентабельности культуры. Производство льна-долгунца в России сосредоточено в хозяйствах: Центрального (16,63 тыс. га), Приволжского (12,34), Сибирского (8,00), Северо-Западного (2,15), Дальневосточного (1,00) и Северо-Кавказского (0,46 тыс. га) федеральных округов [4].

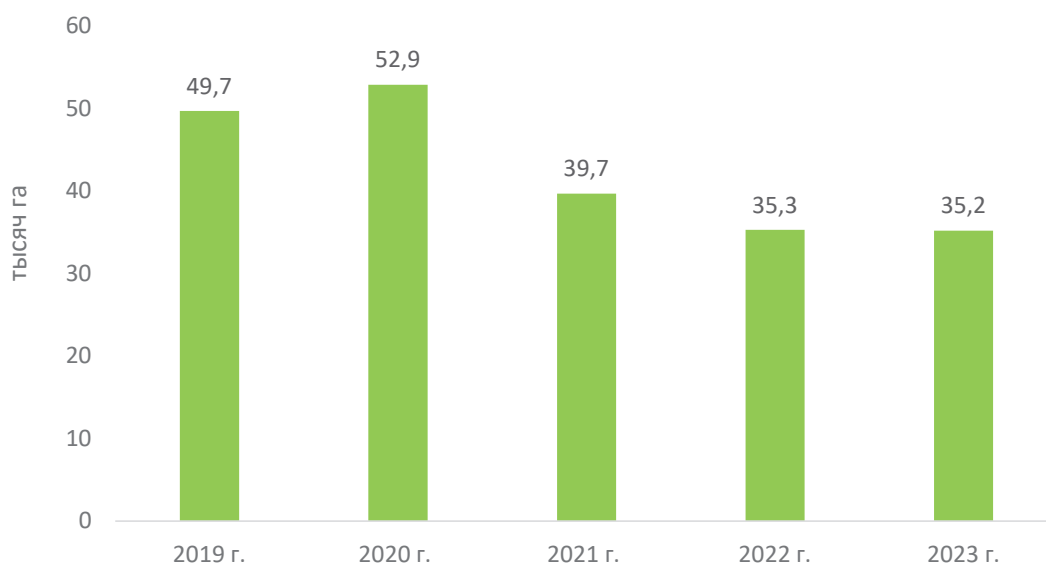


Рисунок 1 – Посевные площади льна-долгунца в России, 2019–2023 гг., по данным BusinesStat
Figure 1 – Flax crop areas in Russia, 2019–2023, according to BusinesStat

Лён – культура мелкосемянная, поэтому он предъявляет высокие требования к качеству подготовки почвы. Структура почвы должна быть мелкокомковатой, а поверхность – хорошо выровненной. В связи с этим необходимо подбирать такие почвообрабатывающие машины, которые могут качественно подготовить почву. В этом контексте можно использовать универсальные орудия, учитывая все требования данной культуры.

Для посева льна-долгунца требуются специальные сеялки с льняным сошником. Оптимальная глубина посева составляет 2...3 см. Лён также требователен к ширине междурядий; его высевают узкорядным способом с расстоянием между рядами 6...8 см. Возможен также посев с использованием зерновых сеялок, при этом ширина междурядий может составлять 12...15 см.

На таких этапах, как посев, химическая прополка и внесение минеральных удобрений, можно использовать универсальную технику различных производителей. Однако на этапе уборки урожая рекомендуется применять только специализированную льноуборочную технику, такую как теребилки, оборачиватели, вспушиватели и пресс-подборщики. В этом сегменте производителей значительно меньше: в основном это белорусские и европейские компании, тогда как российские производители практически не представлены.

Оптимальный срок уборки льна – ранняя жёлтая спелость. Каждый день опоздания приводит к потере 1,5 % семян и 2...3 % волокна. Для снижения потерь необходимо применять десикацию. Уборку льна-долгунца проводят одним из двух способов:

1. Раздельный способ теребления льна позволяет начинать уборку на 5...7 дней раньше и продлить вылежку соломы в августе при оптимальном температурном режиме и достаточной влажности, способствующей развитию микрофлоры, участвующей в процессе превращения соломы в тресту (мацерация). В таких условиях вылежка проходит быстро, а волокно характеризуется хорошими прядильными свойствами. Раз-

дельная уборка льна при благоприятных погодных условиях позволяет снизить влажность льновороха до 20...25 %, что, в свою очередь, ведёт к снижению затрат на энергоносители.

2. Комбайновый способ уборки, при котором теребление, обмолочение семенных коробочек и расстил стеблей выполняются одновременно одной машиной, менее трудоемко и обладает точностью. Однако при таком подходе семена, не дожидаясь стадии полной зрелости, поступают с ворохом на искусственную сушку, что может снизить их посевные качества. Поэтому для сушки и обмолота льновороха требуются специализированные пункты. Тем не менее, комбайновый способ уборки льна-долгунца является всепогодным, что особенно важно в дождливые годы в период уборки. В настоящее время широко используется комбайновый способ уборки этой культуры, основанный на применении прицепных льнокомбайнов типа ЛК-4А и других самоходных машин [6].

Расширение ареала возделывания льна-долгунца для наращивания объёмов валового сбора льнопродукции в стране является одной из целей Федеральной программы развития сельского хозяйства России на период до 2030 г. Учитывая сложившуюся структуру сельскохозяйственного производства и экспортную направленность Приамурья, целесообразно предложить аграриям введение в севооборотную площадь важнейшей волокнистой культуры – льна-долгунца за счёт снижения объёма сои, как инструмент диверсификации. Это обеспечит рациональное использование земельных ресурсов, а также повышение эффективности производства в условиях импортозамещения. В статье И. В. Великановой [2] представлена модель диверсификации аграрного бизнеса в Дальневосточном регионе, с элементами формирования льняного подкомплекса.

Цель исследования – проведение экологического испытания сортов льна-долгунца и выделение наиболее перспективных для условий южной зоны Амурской области.

Условия, материалы и методы

В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между ВГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет» и ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» в 2023 г. были проведены экологические испытания сортов льна-долгунца по показателям продуктивности, качества волокна и семян,

а также высокой устойчивости к болезням и полеганию. Объектом исследований послужили 7 сортов льна-долгунца, представленные сотрудниками лаборатории селекционных технологий научно-исследовательского института льна (г. Торжок) ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика изучаемых сортов льна-долгунца (2023 г.)**Table 1 – Characteristics of the studied varieties of fiber flax (2023)**

№ п/п	Название сорта	Группа спелости	Период вегетации, дни	Масса 1000 семян, г	Средняя урожайность льна-долгунца (соломы/семян), т/га
1	Квартет	Ранний (раннеспелый)	77	4,7	4,07/0,48
2	Полёт	Средний (среднеспелый)	86	5,1	4,28/0,47
3	Универсал	Средний (среднеспелый)	83	4,4	6,42/0,73
4	Александрит	Средний (среднеспелый)	76	4,5	4,63/0,32
5	Цезарь	Средний (среднеспелый)	83	4,4	4,14/0,59
6	Визит	Средний (среднеспелый)	83	4,8	4,69/0,46
7	Атлант	Поздний (позднеспелый)	87	4,9	4,45/0,46

Исследования проведены отделом семеноводства Дальневосточного государственного аграрного университета в с. Грибское Благовещенского района Амурской области.

Почва опытного участка луговая чернозёмовидная, типичная для южной сельскохозяйственной зоны Амурской области, с содержанием гумуса в пахотном горизонте от 4 до 8 % (среднее или высокое) с преобладанием гуминовых кислот, связанных с кальцием; слабокислой или кислой реакцией ($pH_{\text{сол.}}$ 5...6), высокой ёмкостью катионного обмена (от 20 до 46 мг-экв. на 100 г почвы) и высокой степенью насыщенности основаниями (85...95 %). Почвы средне обеспечены доступными растениям формами азота и фосфора и высоко обеспечены обменным калием.

Посев изучаемых сортов льна-долгунца произведен 17.05.2023 г., предшественник – зерновые культуры, норма высева составила 8 млн всхожих семян на гектар. Убор-

ку проводили прямым комбайнированием, перед уборкой (в фазу ранней жёлтой спелости) посев был обработан десикантом. Исследования проводили в соответствии с методическими указаниями «Изучение коллекции льна» [7], «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» [8], «Методикой полевого опыта» [9]. Качественные показатели волокна были изучены в лабораторных условиях ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», а также в институте г. Харбин.

Погодные условия вегетационного периода 2023 года [10] складывались вполне благоприятно для роста и развития льна-долгунца (таблица 2).

Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период составила 18,9 °С, суммарное количество осадков достигло 383 мм, а показатель гидротермического коэффициента (ГТК) по Селянинову составил 1,64. Весна была ранней, но неустойчивой, с продолжительными периодами похолода-

ний; она началась на 8...17 дней раньше, чем многолетние даты. Среднесуточные температуры в апреле и мае находились в пределах климатической нормы и варьировались от 4,9 до 11,9 °С. В этот период наблюдались осадки различной интенсивности: в первой половине апреля они приходили преимущественно в виде снега, а в остальной части периода – в виде дождя. За май выпало 66 мм осадков, что составляет 57 % от многолетней нормы, причем основная часть осадков пришлось на третью декаду месяца. ГТК в мае составил 3,60.

Переход температуры через +5 °С, что свидетельствует о начале вегетационного периода, произошёл в сроки, близкие к многолетним, но на 4...8 дней позже, в период с 27 по 30 апреля. Период активной вегетации растений, который определяется как переход среднесуточной температуры через +10 °С, в городе Благовещенске начался на 9 дней раньше – 30 апреля и 1 мая. Сумма активных температур из-за раннего перехода превышала норму на 60...80 °С.

Лето 2023 года было неустойчивое по температурному режиму, количество осадков отмечено в пределах климатической нормы, либо, превышающих её. В июне наблюдались продолжительные похолодания, среднесуточные температуры опускались ниже нормы на 1...4 °С, в отдельные дни на 6...8 °С, что сдерживало рост и развитие сельскохозяйственных культур. Самым тёплым и жарким отмечен июль, когда среднедекадные температуры превышали многолетнюю норму на 1...3 °С, в остальной период лета температурный режим был в пределах нормы. Всего за летний период количество выпавших осадков составило 84...127 мм, это около нормы и выше на 13 %.

В целом вегетационный период можно охарактеризовать как достаточно увлажнённый. В то же время начало мая и июня были недостаточно влажными (ГТК = 1,70...1,14), а в конце каждого месяца (май–август), избыточно влажными (ГТК = 2,06...3,60). При этом осадки носили неравномерный характер.

Таблица 2 – Агрометеорологические условия вегетационного периода 2023 года, гм/с – г. Благовещенск

Table 2 – Agrometeorological conditions of the growing season 2023, gm/s – Blagoveshchensk

Месяц	I декада	II декада	III декада	За месяц	Отклонения от средней многолетней (°С, мм)			
					I декада	II декада	III декада	за месяц
Температура воздуха, °С								
Май	10,5	10,8	14,5	13,5	-0,9	-1,9	-0,3	-1,3
Июнь	17,2	19,3	21,7	19,5	0	0	+1,6	+0,1
Июль	24,2	23,2	22,8	22,5	+2,1	+0,4	+0,9	+0,3
Август	21,3	19,2	16,0	20,3	0	-0,9	-2,5	+0,4
Количество осадков, мм								
Май	8	5	53	66	-4	-9	+37	+11
Июнь	12	22	50	84	-14	-8	+15	-7
Июль	27	32	47	106	-16	-7	-12	-35
Август	68	25	34	127	+29	-10	-4	+15
Гидротермический коэффициент (ГТК)								
Май	0,76	0,46	3,60	1,58				
Июнь	0,70	1,14	2,30	1,44				
Июль	1,12	1,38	2,06	1,52				
Август	3,19	1,30	2,12	2,02				

Результаты и обсуждение

Почвенно-климатические условия южной зоны Амурской области полностью соответствуют биологическим требованиям культуры льна.

Изучаемые сорта в силу погодных условий, а также своих физиологических особенностей не показали различий по длине вегетационного периода, который был в пределах сортовых особенностей – 77...87 дней.

Важным признаком сорта, который определяет величину и качество урожая волокна, является высота растения. В благоприятных условиях высота растений льна-долгунца может достигать 115...125 см. В условиях южной зоны области наибольшая высота растений отмечена у позднеспелого сорта Атлант (95,2 см) и среднеспелого Универсал (92,2 см), а самый низкий показатель у сорта Квартет (76,1 см) (таблица 3).

Таблица 3 – Основные показатели продуктивности сортов льна-долгунца

Table 3 – Main productivity indicators of flax varieties

Название сорта	Показатель			
	Высота растений, см	Высота образования первой веточки, см	Количество коробочек на растении, шт.	Масса 1000 семян, г
Квартет	76,3±6,8	59,9±11,0	3,5±1,4	5,6±2,4
Полет	83,5±14,1	58,8±12,9	5,4±2,2	5,1±1,8
Универсал	90,5±8,7	61,4±12,8	8,6±3,1	5,9±1,9
Александрит	89,5±10,9	51,6±6,1	7,8±2,3	6,0±3,1
Цезарь	81,1±9,9	48,9±7,1	8,7±2,4	6,8±2,4
Визит	83,1±10,9	50,2±13,2	5,2±2,9	6,9±2,7
Атлант	95,9±13,1	64,7±9,9	9,7±1,7	7,1±2,5

Высокое образование первой веточки отмечено у сорта Атлант – 64,7 см. Растения льна-долгунца изучаемых сортов в условиях Амурской области сформировали от 3 до 10 штук коробочек с семенами. Масса 1000 штук семян льна-долгунца варьировала от 5,1 до 7,2 г. Самый высокий показатель у сорта льна Атлант – 7,2 г, средний – у сорта Универсал – 6,5 г, наименьший – у сорта Квартет – 5,1 грамма.

Биологическая урожайность соломки

у сортов льна-долгунца Антант, Универсал и Александрит были практически на одном уровне, соответственно 4,07; 3,93 и 3,72 т/га (таблица 4). Низкая урожайность соломки в условиях южной зоны Амурской области отмечена у сорта Квартет – 3,25 т/га. Семенная продуктивность по сортам варьировала от 0,54 до 0,96 т/га. Урожайность семян сорта льна-долгунца Квартет была самая низкая и составила 0,54 т/га при НСР₀₅, равной 0,13 т/га.

Таблица 4 – Биологическая урожайность изучаемых сортов льна-долгунца

Table 4 – Biological yield of the studied varieties of flax

Название сорта	Урожайность льна-долгунца, т/га			Содержание длинного волокна в стеблях, %
	соломы	семян	волокна	
Атлант	4,07	0,96	1,24	32,8
Универсал	3,93	0,85	1,17	29,6
Александрит	3,72	0,95	1,21	29,5
Полет	3,66	0,83	1,13	28,6
Визит	3,56	0,88	1,17	27,7
Цезарь	3,52	0,87	0,96	25,9
Квартет	3,25	0,54	0,83	23,1
НСР ₀₅	0,40	0,13	0,08	0,31

Определяющий признак оценки волокнистой продуктивности льна-долгунца – процентное содержание волокна в стеблях. Сорт Атлант характеризовался высокими показателями по содержанию длинного волокна в стеблях – 32,8 %. Остальные сорта по содержанию волокнистой продуктивности были в пределах от 23,1 до 29,6 %. Максимальный выход волокна отмечен у позднеспелого сорта Атлант (1,24 т/га), наименьший – у раннеспелого сорта Квартет (0,83 т/га).

Определяющий признак оценки волокнистой продуктивности льна-долгунца – процентное содержание волокна в стеблях,

которое отражает качество соломы или тресты (её номер). Чем выше номер, тем выше прядильная способность волокна и тем более тонкую пряжу можно из него получить. Номер 2,0 и выше – треста, пригодная для производства волокна, далее – пряжи высокого качества.

Качественные показатели волокна, полученные при изучении 7 сортов льна-долгунца, представлены в таблице 5. Все исследуемые сорта характеризуются высокими показателями номера волокна и номера тресты. Содержание волокнистых веществ в тресте колебалось от 33,0 до 38,0 %.

Таблица 5 – Качественные показатели волокна льна-долгунца
Table 5 – Qualitative indicators of flax fiber

Название сорта	Номер волокна	Номер тресты	Содержание волокнистых веществ в тресте, %
Атлант	14,0	2,7	38,0
Универсал	13,5	2,5	38,0
Александрит	13,5	2,3	35,0
Полёт	14,0	2,4	33,0
Визит	13,5	2,5	38,0
Цезарь	13,5	2,0	34,0
Квартет	13,0	2,0	34,0

Самая высокая прядильная способность волокна отмечена у позднеспелого сорта льна-долгунца Атлант: номер волокна 14,0; номер тресты 2,7; содержание волокнистых веществ в тресте 38 %, то есть из его волокна можно получить более тонкую пряжу.

Необходимо отметить, что все изучаемые сорта в почвенно-климатических условиях южной зоны Амурской области 2023 г. были устойчивы к полеганию и болезням.

Выводы

Почвенно-климатические условия южной зоны Амурской области полностью соответствуют биологическим требованиям культуры, что открывает благоприятные перспективы для выращивания льна-долгунца. Посев этой культуры может значительно способствовать диверсификации и оптимизации структуры севооборота в регионе.

По результатам 2023 года, из исследуемых 7 сортов льна-долгунца, допущенных к использованию в производстве, наиболее целесообразным для возделывания является позднеспелый сорт Атлант. Он обеспечивает высокую урожайность волокна (1,24 т/га) и семян (0,96 т/га), обладает отличными показателями прядильной способности волокна.

Однако, для комплексной оценки сортов льна-долгунца в условиях Амурской области, требуется дальнейшее их изучение. Полученные научные данные могут оказать весьма полезный вклад в развитие аграрного бизнеса области.

Благодарности

Выражаю огромную благодарность Игорю Валентиновичу Ущাপовскому, заместителю директора по научной работе ФГБ-

НУ «Федеральный научный центр лубяных культур», кандидату биологических наук за экологического испытания сортов льна-долгунца. научно-техническую помощь в проведении

Список источников

1. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур / Р. А. Ростовцев, И. В. Ущাপовский, И. Г. Голубев, Н. П. Мишуров / Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению АПК. Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. 156 с. ISBN 978-5-7367-1597-8. EDN: ЕНКQKF. URL: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdaniy/rastenievodstvo/send/5-rastenievodstvo/1471-mashinno-tekhnologicheskoe-obespechenie-vozdelyvaniya-i-pererabotki-pryadilnykh-kultur-2020?ysclid=m4qba4vzxp180973383>
2. Великанова И. В. Перспективы развития льна-долгунца на Дальнем Востоке как способ диверсификации аграрного бизнеса // Научный и экономический потенциал развития общества: теория и практика: Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию финансово-экономического факультета, Благовещенск, 17 ноября 2023 года. Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. С. 40–49. EDN: YXEKMI. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?selid=56742392&ysclid=m4qbd6a5bb902310301&id=56742193>
3. Посевные площади льна-долгунца в России в 2019–2023 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://businessstat.ru/news/flax/> (дата обращения: 01.11.2024).
4. Оперативная информация о ходе уборочной кампании льна-долгунца и технической конопли в Российской Федерации в 2024 году / Информационный листок Россельхозцентра Исх. № 1-8/1828 от 13.09.2024 г. Благовещенск: Россельхозцентр. 2024. № 22. 2 с.
5. Пучков Е. М., Ущাপовский И. В., Попов Р. А. Перспективы развития льняного подкомплекса Российской Федерации на примере Тверской области // Техника и оборудование для села. 2022. № 8 (302). С. 2–5. EDN: OWKKNQ. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-8-2-5>
6. Корепанова Е. В. Адаптивная технология возделывания льна-долгунца на волокно и семена в Среднем Предуралье: специальность 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Уфа, 2014. 38 с. EDN: ZPDPAB. URL: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01005544455?page=1&rotate=0&theme=white>
7. Изучение коллекции льна (*Linum Usitatissimum* L): Методические указания / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова; [Составители С. Н. Кутузова, А. Г. Питько]. Ленинград: ВИР, 1988. 29 с.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. М. А. Федина; [Участники: Ю. А. Роговский и др.] // Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. Москва: Изд-во «Б. и.», 1985. 20 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN: ZJQBUD.
10. Метеорологические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 01.11.2024).

References

1. Rostovtsev RA, Ushchapovsky IV, Golubev IG, Mishurov NP. Mashinno-tekhnologicheskoe obespechenie vozdelyvaniya i pererabotki pryadil'nykh kul'tur [Machine-technological support for the cultivation and processing of spinning crops]. *Rossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut informatsii i tekhniko-ehkonomicheskikh issledovaniy po inzhenerno-tekhnicheskomu obespecheniyu APK. Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex*. Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex, 2020;156 p. ISBN 978-5-7367-1597-8. EDN: ЕНКQKF. (in Russ.). Aviable from: <https://rosinformagrotech.ru/data/elektronnye-kopii-izdaniy/rastenievodstvo/send/5-rastenievodstvo/1471-mashinno-tekhnologicheskoe-obespechenie-vozdelyvaniya-i-pererabotki-pryadilnykh-kultur-2020?ysclid=m4qba4vzxp180973383>

2. Velikanova IV. Perspektivy razvitiya l'na-dolguntsa na Dal'nem Vostoke kak sposob diversifikatsii agrarnogo biznesa [Prospects for the Development of Fiber Flax in the Far East as a Way to Diversify Agricultural Business]. *Nauchnyi i ehkonomicheskii potentsial razvitiya obshchestva: teoriya i praktika: Materialy vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 60-letiyu finansovo-ehkonomicheskogo fakul'teta, Blagoveshchensk, 17 noyabrya 2023 goda. Scientific and Economic Potential for the Development of Society: Theory and Practice: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 60th Anniversary of the Faculty of Finance and Economics, Blagoveshchensk, November 17, 2023. Blagoveshchensk: Far Eastern State Agrarian University, 2023;40–49. EDN: YXEKMI. (in Russ.). Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?selid=56742392&ysclid=m4qbd6a5bb902310301&id=56742193>*
3. Posevnye ploshchadi l'na-dolguntsa v Rossii v 2019–2023. *Fiber Flax Sown Areas in Russia in 2019–2023. (in Russ.). Available from: <https://businessstat.ru/news/flax/> [Accessed 1 November 2024].*
4. Operativnaya informatsiya o khode uborochnoi kampanii l'na-dolguntsa i tekhnicheskoi konopli v Rossiiskoi Federatsii v 2024 godu. *Operational information on the progress of the harvesting campaign of fiber flax and industrial hemp in the Russian Federation in 2024. Information leaflet of the Russian Agricultural Center Ex. No. 1-8 / 1828 dated September 13, 2024. Blagoveshchensk: Russian Agricultural Center. 2024;22:2 p. (in Russ.).*
5. Puchkov EM, Ushchapovsky IV, Popov RA. Perspektivy razvitiya l'nyanogo podkompleksa Rossiiskoi Federatsii na primere Tverskoi oblasti [Prospects for the development of the flax sub-complex of the Russian Federation on the example of the Tver region]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela. Machinery and equipment for the village. 2022;8:302:2–5. EDN: OWKKNK. (in Russ.). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2022-8-2-5>*
6. Korepanova EV. Adaptivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya l'na-dolguntsa na volokno i semena v SrEDN: em Predural'e: spetsial'nost' 06.01.01 «Obshchee zemledelie, rasteniyevodstvo»: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni doktora sel'skokhozyaistvennykh nauk. *Adaptive technology of flax cultivation for fiber and seeds in the Middle Urals: specialty 06.01.01 "General agriculture, plant growing": abstract of a dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Ufa, 2014;38 p. EDN: ZDPDAB. (in Russ.).*
7. Kutuzova SN, Pit'ko AG, Lemesheva NK. (eds.). *Izuchenie kolleksii l'na (Linum Usitatissimum L): Metodicheskie ukazaniya. VASKHNIL, VNII rasteniyevodstva im. NI. Vavilova. Study of the flax collection Linum usitatissimum. Methodical instructions. Leningrad: VIR, 1988;29 p. (in Russ.).*
8. Rogovsky YuA, Fedina MA. (eds.). *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur Gosudarstvennaya komissiya po sortoispytaniyu sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri Ministerstve sel'skogo khozyaistva SSSR. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Moscow: Nauka Publ. "B.i.", 1985;20 p. (in Russ.).*
9. Dospikhov BA. *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy. Methodology of field experiment: with the basics of statistical processing of research results. 5th ed., suppl. and revised. Moscow: Agropromizdat, 1985;351 p. EDN: ZJQBUD. (in Russ.).*
10. *Meteorologicheskie usloviya. Meteorological conditions. Available from: <http://www.pogodaiklimat.ru/> [Accessed 1 November 2024]. (in Russ.).*

Информация об авторе

Ю. В. Оборская – канд. с.-х. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатория агрохимии, земледелия и защиты растений.

Information about the author

Y. V. Oborskaya – Cand. of Agri. Sci., Associate Professor, Leading Researcher, Laboratory of Agrochemistry, Agriculture and Plant Protection.

**Статья поступила в редакцию 22.11.2024;
одобрена после рецензирования 29.11.2024;
принята к публикации 02.12.2024**

**The article was submitted 22.11.2024;
approved after reviewing 29.11.2024;
accepted for publication 02.12.2024**

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ SELECTION, SEED FARMING AND PLANT BIOTECHNOLOGY

Научная статья

УДК 631.1:633.853.52:631.52

EDN: JGBJXK

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-22-31>

ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ И ГИБРИДНОГО МАТЕРИАЛА МОРКОВИ СТОЛОВОЙ

Любовь Михайловна Соколова, Александр Владимирович Корнев

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства», Московская обл., дер. Верея, Россия, lsokolova74@mail.ru

Аннотация. Одним из важнейших направлений селекции растений является отбор исходного материала по хозяйственно ценным признакам и создание гибридов F_1 , которые должны сочетать в себе высокую урожайность, однородность по форме и размерам корнеплодов, пригодных к механизированной уборке. Селекционеру необходимо знание закономерностей экологической изменчивости и наследования, а также наличие теоретической модели с указанием морфобиологических признаков при создании гибридов. Цель настоящей работы заключается в исследовании хозяйственно ценных показателей исходного материала моркови столовой сортотипа Берликум/Нантская и в анализе того, как данные факторы наследуются при создании новых отечественных гибридов F_1 . Исследования проводились в период с 2021 по 2023 годы. Посев семян моркови был выполнен 23...24 мая на экспериментальной базе ВНИИО–филиала ФГБНУ ФНЦО (Московская область, Раменский район) на аллювиальной луговой среднесуглинистой почве. Фенотипические отборы проводились в соответствии с методическими указаниями по селекции и семеноводству. В результате исследований выделены генетические источники моркови столовой: материнские формы 690П, 661П, 535П, 1238П и опылители Сур 1, Таі, Хіп, 753. Данные сортообразцы характеризуются компактной листовой пластиной длиной 46,1 см, полудлинным корнеплодом – 18 см и соотношением сердцевины к мякоти – 30 %. Корреляционная зависимость между долей сердцевины корнеплода и числом листьев оказалась сильной, коэффициент корреляции для материнских форм составил $r = 0,9$, для опылителей – $r = 0,8$, что считается весьма высоким значением. Урожайность данных форм составила 6,5 кг/м², товарность – 70 %. На основе выделенных генетических источников материнских и отцовских форм получено 11 сортолинейных гибридов. При анализе морфобиологических признаков отобрано пять перспективных гибридных комбинаций, – 661П × Сур 1, 1238П × Таі, 690П × Хіп, 661П × Таі, и 535П × 753. Данные сортообразцы характеризуются высокой урожайностью (7,5 кг/м²), товарностью (85 %), и массой корнеплода (113...125 г).

Ключевые слова: морковь, материнские формы, опылители, гибриды, морфология, урожайность.

Для цитирования: Соколова Л. М., Корнев А. В. Фенотипические признаки родительских форм и гибридного материала моркови столовой // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 22–31. EDN: JGBJXK. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-22-31>

© Л. М. Соколова, А. В. Корнев, 2024

Original article

PHENOTYPIC FEATURES OF PARENTAL FORMS AND HYBRID MATERIAL OF CANTEEN CARROTS

Lyubov M. Sokolova, Alexander V. Kornev

All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production, d. Vereya, Moscow region, Russia, Isokolova74@mail.ru

Abstract. One of the most important directions in plant breeding is the selection of starting material according to economically valuable characteristics and the creation of F₁ hybrids, which should combine high yields, uniformity in shape and size of root crops suitable for mechanized harvesting. The breeder needs knowledge of the patterns of environmental variability and inheritance, as well as the presence of a theoretical model indicating morphobiological characteristics when creating hybrids. The purpose of this work is to study the economically valuable indicators of the starting material of Berlikum/Nantes carrots and to analyze how these factors are inherited when creating new domestic F₁ hybrids. The studies were conducted from 2021 to 2023. Sowing of carrot seeds was carried out on May 23...24 on the experimental basis of the VNIIO–branch of the FGBNU FNTSO (Moscow region, Ramensky district) on alluvial meadow medium-loamy soil. Phenotypic selections were carried out in accordance with the guidelines for selection and seed production. As a result of research, genetic sources of canteen carrots were identified: maternal forms of 690P, 661P, 535P, 1238P and pollinators Sur 1, Tai, Xin, 753. These varieties are characterized by a compact leaf plate 46.1 cm long, a semi-long root crop – 18 cm, and a core to pulp ratio of 30 %. The correlation between the share of the core of the root crop and the number of leaves turned out to be strong, the correlation coefficient for maternal forms was $r = 0.9$, for pollinators – $r = 0.8$, which is considered a very high value. The yield of these forms was 6.5 kg/m², marketability – 70 %. Based on the identified genetic sources of maternal and paternal forms, 11 sortoliner hybrids were obtained. In the analysis of morphobiological features, five promising hybrid combinations were selected – 661P × Sur 1, 1238P × Tai, 690P × Xin, 661P × Tai, and 535P × 753. These varieties are characterized by high yield (7.5 kg/m²) marketability (85 %) and root crop weight (113...125 g).

Keywords: carrots, maternal forms, pollinators, hybrids, morphology, yield.

For citation: Sokolova LM, Kornev AV. Fenotipicheskie priznaki roditel'skikh form i gibridnogo materiala morkovi stolovoi [Phenotypic features of parental forms and hybrid material of canteen carrots]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:4:22–31. (in Russ.). EDN: JGBJXK. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-22-31>

Введение

Одним из важнейших направлений в селекции растений является повышение эффективности последовательных отборов на исходном материале моркови столовой и их влияние на морфобиологические признаки [1]. При этом необходимо знание передачи наследования признаков [2], характера влияния внешней среды [3, 4]; способов создания исходного материала и выбор оптимальных методов селекции [5].

Исследователь G. E. Dickerson [6] пришёл к выводу, что невозможно основывать селекцию на изменчивости в условиях среды таким образом, чтобы эта среда была полностью типична для популяции в будущем. Взаимодействие среды с генетической вариансой и её компонентами приведёт к

временному приросту адаптивности полученного материала в данной выборке среды, однако эта адаптивность может снизиться при изменении факторов окружающей среды.

Сюков В. В., Захаров В. Г., Менибаев А. И. (2017) описывают направления экологической селекции. Под этим понятием часто объединяются несколько различных селекционных направлений, общим элементом которых является экологизация (биологизация) сельского хозяйства или повышение адаптивного потенциала растений к конкретным факторам среды. Следует признать, что селекционеры в конкретной природно-климатической зоне часто ограничены лишь информацией о доле генотипической изменчивости в фенотипической.

Тем не менее, такой упрощенный подход не всегда приводит к ожидаемым результатам, поскольку структура фенотипической вариативности является более сложной. Она включает не только паратипические и генотипические изменения, но и генотип-средовые взаимодействия, которые в основном обладают эпигенетическим характером [7].

Важным направлением селекции является выбор эффективных сортов или гибридов, предполагающих отбор генотипов для конкретных условий агротехники [8].

В. Ф. Пивоваров обосновал селекционную программу, основными положениями которой должны стать следующие: методы селекции должны быть нацелены на получение фертильных и генетически разнообразных сортов, адаптированных к условиям органического земледелия; должна быть обеспечена возможность контроля методов селекции и образцов [9].

Эколого-географические условия, в которых проводится селекция, являются крайне важным фактором, в значительной степени определяющим не только урожайность, но и качество корнеплода [10]. Дождевая погода и высокая влажность воздуха в период развития и созревания корнеплодов могут существенно снизить их качество.

Морфологические параметры корнеплодов, как и любые другие признаки, находятся под контролем различных генетических факторов, включая морфологические, физиологические, биохимические и другие аспекты.

Успех селекции и семеноводства во многом зависит от качества исходного материала, а также от знаний закономерностей экологической изменчивости и наследования основных признаков. Особое значение в этом контексте имеет правильный выбор родительских форм, которые будут служить основой для выведения новых отечественных сортов и гибридов столовой моркови.

Цель исследования заключается в изучении хозяйственно ценных показателей исходного материала моркови столовой сорта Берликум/Нантская и в анализе наследования данных факторов при создании новых отечественных гибридов F₁.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2021–2023 годах. Исходным материалом были линии, гибридные популяции моркови столовой рода *Daucus carota* L. отечественной селекции.

Посев семян моркови проводили на экспериментальной базе ВНИИО-филиала ФГБНУ ФНЦО (Московская область, Раменский район) на аллювиально луговой среднесуглинистой почве.

Поля расположены в Центральной части поймы реки Москва – Быковского расширения. Содержание гумуса в пахотном слое 3,2...3,4 %. Обеспеченность питательными веществами: фосфором (согласно методу Чирикова, ГОСТ 26204-91) – хорошая (22...24 мг на 100 г почвы), калием (согласно методу Масловой, ГОСТ 26210-91) – низкая (11,4...16,7 мг на 100 г почвы), pH солевой вытяжки близка к нейтральной – 6,9; насыщенность основаниями высокая – 48...50 мг-экв. на 100 г почвы. Удельная масса почвы – 2,65...2,7 г/см³, равновесная плотность 1,1...1,3 г/см³, наименьшая влагоёмкость (НВ) – 27 % на абсолютно сухую почву.

Исследования проводились в условиях «богары», площадь учётной делянки составляла 7 м², в трёхкратной повторности. Срок посева семян – 23...24 мая, по схеме 70 см при норме высева 1 млн всхожих семян на гектар. Перед посевом проводили одну дождевую обработку гербицидом «Рейсер» (норма расхода 2 л/га), так как на данном участке ведётся дополнительно работа по устойчивости к патогенам *Alternaria dauci* и *Fusarium oxysporum*. В течение всей вегетации проводились ручные прополки. Регламент внесения удобрений – N₆₀ P₉₀ K₆₀. Уборка произведена во второй декаде сентября.

В работе использовали методику опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве (С. С. Литвинов, 2011), методические указания по селекции и семеноводству [11, 12, 13].

Агроклиматические показатели

На момент проведения полевых работ в мае температура воздуха (в среднем за 2021–2023 годы) составляла 14 °С. За три года исследований этот месяц характеризу-

вался как умеренно дождливый (в среднем выпало осадков около 80 мм). Данный показатель позволил своевременно провести посев семян в хорошую увлажнённую почву и благоприятно отразился на сроках и качестве всходов моркови столовой. Относительная влажность воздуха была комфортная и составила в среднем 65 %.

В июне, в фазу появления всходов (через 10...15 дней после посева), температура составила в среднем 18 °С, осадки – в среднем 50 мм, влажность воздуха – 60 %. Данные показатели благоприятно отразились на всходах моркови столовой.

В июле, в фазу первого настоящего листа, повышенные температуры ускоряли рост и развитие растений (в среднем за 2022 год исследований температура составила 20 °С, количество осадков – 55 мм, влажность воздуха – 72 %). Благоприятная температура, осадки и влажность воздуха с середины июня и на протяжении всего июля благоприятно сказались на растениях первого года жизни.

Иначе было в 2021 и 2023 годах, когда в июле начались продолжительные дожди и как следствие этого – повышенная влажность воздуха – более 75 %. Но, несмотря на непогоду, температура была благоприятной – в среднем 19 °С. Такие агроклиматические показатели негативно отразились на устойчивости моркови столовой к листовым болезням. Так, в июле были выявлены первые симптомы болезней на листовой пластине этой культуры.

Август в 2021–2023 годы исследований характеризовался так называемыми «погодными качелями» – смена температуры, ветра, влажности и осадков. Эти изменения происходили в течение нескольких минут, часов или дней, создавая непредсказуемые и динамические условия. Наименьшее количество осадков выпало в 2021 и 2022 годах, соответственно 3,0 и 4,5 мм.

Наибольшее количество осадков (60,0 мм) отмечено в 2023 году, температурные изменения от 20 до 18 °С и переувлажнение почвы благоприятно отразились на росте корнеплодов. В середине сентября производили уборку моркови столовой первого года жизни в тёплую (температура в сред-

нем 14 °С), сухую (осадков в среднем 30 мм) и солнечную погоду.

В целом погодные условия 2021–2023 годов были благоприятными и одновременно экстремальными для проведения исследований в области селекции при описании морфологических и хозяйственно ценных признаков, а также иммунологической селекционной работы по выявлению устойчивых сортообразцов моркови столовой.

Результаты и обсуждение

При создании гибридов F_1 необходимо знать исходные параметры материнских и отцовских форм, и изменения биометрические и морфологические признаки в потомствах гибрида F_1 . Из результатов многолетних исследований Л. М. Соколовой и И. Т. Балашовой (2023) известно, что наследуемость толерантности к патогенам у гибридов F_1 передаётся отцовской формой [2].

В селекции моркови столовой изменчивость биометрических и морфологических показателей представляется широким диапазоном. Это связано с тем, что морковь полигенная перекрестноопыляющаяся культура. Создавая и изучая гибриды, следует отметить, что их выравненность, урожайность и другие показатели зависят от хозяйственно ценных признаков родительских форм, правильности их оценки и отбора.

Фенотипическая изменчивость материнских линий, опылителей и сортолинейных гибридов по признакам корнеплодов и листовой пластины представлена в таблице 1.

Среди материнских линий отмечается что, наибольшая длина корнеплода была у линии 690П (20,7 см), наименьшая – у линии 1585П (18,2 см), у остальных линий длина корнеплода варьировала от 18,4 см до 19,3 см. Наибольший диаметр корнеплода отмечен у линий 535П и 200П (3 см), наименьший – 661П (2 см).

Отношение диаметра сердцевины моркови ко всему диаметру корнеплода по УПОФ должна составлять соотношение 3:5. В результате нашей селекционной работы была достигнута пропорция 1:7. Также в ходе исследований определено, что с

Таблица 1 – Морфологические признаки линейного и гибридного материала моркови столовой в условиях Московской области, (2021–2023 годы)
Table 1 – Morphological features of linear and hybrid carrot material in the conditions of the Moscow region, (2021–2023)

Линия, гибридная комбинация	Признаки корнеплода					Признаки листовой пластины						
	Длина, см	C _в , %	диаметр, см	C _в , %	доля сердцевинки, %	C _в , %	число листьев, шт.	C _в , %	Длина наибольшего листа, см	C _в , %	Доля листовой розетки в общей массе растения, %	C _в , %
Материнские линии												
690П	20,7	14,3	2,2	5,3	35,0	15,5	8,4	9,6	52,4	14,9	39,8	12,3
1585П	18,2	10,2	2,2	6,2	39,0	14,5	9,3	12,3	49,3	15,6	42,2	9,6
661П	18,4	12,2	2,0	5,3	44,1	11,2	9,6	11,2	44,5	12,9	40,7	10,3
535П	19,3	11,2	3,0	4,2	37,5	12,3	7,5	10,3	34,8	15,9	41,5	10,5
200П	19,0	14,0	3,0	5,1	35,8	15,4	8,1	10,8	49,3	15,9	40,4	11,2
1238П	19,8	11,3	2,9	6,5	26,7	12,6	6,1	9,9	45,0	12,9	40,3	11,8
г	0,9											
Линии-опылители												
Сур 1	15,1	15,9	4,3	9,9	39,0	14,6	7,9	9,6	37,8	10,2	32,0	14,2
Xin	18,0	18,9	2,4	9,2	35,2	18,9	8,4	10,2	38,7	14,2	35,0	14,5
Tai	15,0	15,8	4,6	9,5	29,1	15,6	6,3	10,6	40,2	10,3	45,0	14,5
753	20,1	15,8	3,0	9,6	31,8	15,6	7,3	9,9	38,1	11,5	32,0	12,5
г	0,8											
Гибриды												
690П × Сур1	17,3	10,2	2,9	6,2	43,0	12,5	9,1	12,3	45,7	12,2	40,2	14,0
1585П × Xin	17,8	19,8	2,1	12,3	42,1	20,3	7,9	15,2	46,2	13,6	40,8	18,7
661П × Tai	16,5	15,6	3,6	9,9	32,0	15,9	7,4	12,6	48,2	14,2	29,9	19,5
535П × Xin	16,1	15,6	3,1	6,9	40,0	12,9	8,1	17,0	45,7	17,2	38,1	19,5
200П × Сур1	16,2	20,3	2,8	14,2	38,3	20,9	8,3	12,8	40,2	20,2	33,3	15,8
1238П × Tai	15,7	25,1	2,7	15,2	40,0	12,5	6,0	11,6	45,7	15,6	37,6	15,7
690П × Xi	18,0	20,3	3,3	12,3	40,1	10,3	7,0	12,9	35,6	15,4	30,7	15,5
1585П × 753	16,6	20,3	3,2	12,8	32,8	19,6	6,5	13,3	51,0	13,5	38,2	15,0
661П × Сур 1	17,1	24,1	3,0	13,6	41,0	20,8	7,8	15,8	51,6	14,7	41,7	16,6
535П × 753	15,8	20,3	3,3	9,9	39,6	18,7	7,0	16,5	51,8	15,4	42,1	16,0
200П × Xin	19,1	15,9	2,9	12,7	40,0	12,7	6,6	12,8	50,0	12,9	37,1	18,9
г	0,4											

убыванием сердцевинки моркови столовой уменьшается и розетка листьев, данный показатель приводит к снижению урожая.

Исходя из вышеизложенного, наибольшая среднеарифметическая доля сердцевинки была у линии 661П (44,1 %), следовательно количество листьев составило 9,6 шт. Наименьшая доля сердцевинки (ксилема) – у линии 1238П (26,7 %), среднее количество листьев по образцу составило 6,1 шт. Исходя из данных параметров, эта линия обладает флорой на 73,3 %.

Наибольшая длина листовой пластины отмечена у линий 1585П (49,3 см) и 200П (49,3 см), наименьшая – у материнской линии 535П (34,8 см).

Коэффициент корреляции между долей сердцевинки, %, и числом листьев составил $r = 0,9$, что считается весьма высоким значением.

Что касается линий-опылителей, то наибольшая длина корнеплода была у линии 753 (20,1 см), наименьшая – у линии Tai (15,0 см).

Наибольший диаметр корнеплода (см. таблица 1) был у линии 745 (3 см), наименьший диаметр корнеплода после вычислений среднеарифметического значения – у линии Xin (2,4 см).

Наибольшей доля сердцевинки (ксилема) от целостности корнеплода отмечена у сортообразца Сур 1 – 39,0 %, занятость флорой – 61,0 %, среднее число листьев в данном образце составило 7,9 шт.; наименьшей – у образца Tai – 29,1 %, флора (кортекс) составила 70,9 %.

Наибольшая длина листовой пластины (40,2 см) была у образца Tai, наименьшая – у сортообразца Сур 1 (37,8 см). Коэффициент корреляции между долей сердцевинки, %, и числом листьев составил $r = 0,8$, что считается высоким значением. Учитывая морфологические признаки материнских и отцовских форм, были составлены сортолинейные скрещивания, в результате которых получены новые гибридные комбинации (см. таблица 1).

При анализе гибридов было выявлено, что все исследуемые нами комбинации имеют средний размер корнеплода – от 15,8 до 19,1 см, небольшой диаметр корнепло-

да – от 2,7 до 3,3 см, небольшое процентное соотношение мякоти к сердцевинке – от 32,0 до 43,0 %, то есть мякоти больше в среднем на 60 %, и небольшое количество листьев.

Особенно выделяются 5 комбинаций: 661П × Сур 1, 1238П × Tai, 690П × Xin, 661П × Tai, и 535П × 753. Они отличаются от остальных компактными корнеплодами (длина от 15,8 до 17,1 см) и их хорошим диаметром – от 2,7 до 3,6 см. Доля флоры (мякоти) составляет от 68 до 60,4 %, объем сердцевинки небольшой – от 32 % до 39,6 %, следовательно, среднее количество листьев варьирует от 6 до 7,8 шт.

Листовая пластина у данных гибридов компактная невысокая – от 35,6 см до 51,8 см.

В условиях селекционного севооборота изучали урожайность материнских линий, опылителей и наследование данного показателя в сортолинейных гибридах моркови столовой (таблица 2).

Урожайность и товарность во многом зависит от исходных форм, а также большое влияние имеют метеорологические и агрохимические условия возделывания.

В агроклиматических условиях проведения наших исследований были получены следующие результаты: среди материнских линий по урожайности выделилась линия 1238П (6,98 кг/м²), на втором месте – 661П (6,53 кг/м²). Наименьшая урожайность была у линии 690П (6,24 кг/м²). Наибольший процент товарных корнеплодов – 74,5 % – отмечен у линии 1238П, наименьший – 64,9 % у линии 200П.

Наибольшей массой корнеплодов обладали линии 1238П (125,7 г), 661П (125,4 г) и линия 1585П (121,8 г), наименьшей (117,1) – линия 535П.

По опылителям получены следующие результаты: наибольшей урожайностью с кг/м² обладал образец Сур 1 (7,42 кг/м²), наименьшей – образец Xin (6,19 кг/м²).

Наибольший процент товарных корнеплодов (таблица 2) был у образца Сур 1 (83,2 %), наименьший процент товарных корнеплодов был у линии 753 (64,5 %).

Масса корнеплода (г) варьировала от 123,7 г у образца Сур 1 до 117,4 г у линии 753.

Таблица 2 – Характеристика урожайности линейного и гибридного материала моркови столовой в условиях Московской области (2021–2023 годы)

Table 2 – Yield characteristics of linear and hybrid table carrot material in the conditions of the Moscow region (2021–2023)

Наименование	Урожайность общая, кг/м ²	С _в , %	Товарность, %	С _в , %	недогон	Число корнеплодов, %			Масса корнеплода, г	С _в , %		
						С _в , %	треснувшие	уродливые				
Материнские линии												
690П	6,24	15,60	69,00	11,20	19,70	10,20	2,30	2,20	9,00	2,30	119,80	10,20
1585П	6,45	12,30	70,00	11,50	20,00	12,30	5,00	2,30	5,00	2,50	121,80	12,60
661П	6,53	9,90	68,00	12,20	19,80	12,00	-	-	12,80	2,80	125,40	12,80
535П	6,39	10,30	67,80	12,90	23,90	10,90	-	-	8,30	2,20	117,70	12,30
200П	6,48	10,20	64,90	13,60	23,70	9,80	3,30	2,60	8,10	2,40	119,30	11,00
1238П	6,98	15,00	74,50	10,90	27,90	6,30	-	-	2,40	1,90	125,70	10,80
НСР ₀₅	0,29										3,50	
Линии-опылители												
Суп 1	7,42	10,20	83,20	7,20	13,60	6,90	0,80	1,50	2,40	1,20	123,70	10,90
Xin	6,19	11,20	68,00	14,50	28,30	8,90	-	-	3,70	2,00	118,00	12,20
Tai	6,86	11,80	76,40	12,50	18,30	8,70	-	-	5,30	1,50	120,60	12,50
753	6,20	12,50	64,50	8,90	23,90	6,80	3,20	1,90	8,40	1,10	117,40	12,00
НСР ₀₅	0,48										4,80	
Гибриды												
690П × Суп 1	6,63	12,20	68,60	10,20	21,10	12,30	9,30	2,50	1,00	0,50	116,90	17,30
1585П × Xin	6,40	15,60	71,30	12,50	25,70	12,20	-	-	3,00	0,90	118,90	19,50
661П × Tai	7,02	18,70	75,00	15,60	17,10	11,00	1,20	1,60	6,70	1,10	121,10	22,00
535П × Xin	6,28	15,40	66,10	18,20	23,10	15,50	9,20	2,60	1,60	1,10	117,20	22,30
200П × Суп 1	6,24	13,20	68,80	15,60	21,00	12,60	5,80	2,20	4,40	0,90	113,50	23,50
1238П × Tai	7,64	13,90	74,60	14,50	18,70	15,40	1,10	1,90	5,60	2,00	117,80	20,70
690П × Xin	7,10	13,40	68,80	14,90	26,60	15,00	1,50	3,20	3,10	1,80	123,00	22,10
1585П × 753	6,56	14,50	70,20	15,80	27,20	16,80	0,90	1,50	1,70	2,60	117,40	23,00
661П × Суп 1	7,92	15,80	74,50	15,40	21,40	15,90	3,20	1,50	0,90	2,70	125,10	19,90
535П × 753	6,92	15,50	87,50	16,90	8,30	12,90	4,20	2,40	-	-	118,50	20,80
200П × Xin	5,84	19,00	77,20	16,60	22,80	19,10	-	-	-	-	99,60	20,40
НСР ₀₅	0,62										8,70	

Что касается гибридов, то высокой урожайностью обладали следующие комбинации: 661П × Сур 1 (7,92 кг/м²), 1238П × Таі (7,64 кг/м²), 690П × Хin (7,10 кг/м²) и 661П × Таі (7,02 кг/м²).

Наименьшая урожайность была у комбинации 200П × Хin (5,84 кг/м²). Данная комбинация имела высокий показатель товарности (77,2 %), и не имела треснувших и «уродливых» корнеплодов. Несмотря на вышеперечисленные показатели, данный гибрид имел самую маленькую массу корнеплода – 99,6 г.

Наибольшей товарностью отличался гибрид 535П × 753 (87,5 %), который имел самый низкий показатель по количеству корнеплодов, так называемых «недогонов» (8,3 %). Что касается «уродливых» корнеплодов, их в данной комбинации не было. Масса одного корнеплода в среднем составила 118,8 г.

Выделившиеся комбинации по урожайности превосходили остальные – 661П × Сур1 (74,5 %), 1238П × Таі (74,6 %), 690П × Хin (68,8 %) и 661П × Таі (75,0 %). Среднеарифметические показатели у сортолинейных гибридов (таблица 2) по массе корнеплода варьировали от наибольшего – у образца 661П × Сур 1 (125,1 г), до наименьшего – у образца 200П × Сур1 (113,5 г).

Выводы

В результате изучения хозяйственно ценных признаков в условиях Центральной части поймы реки Москва – Быковского расширения выделены следующие генетические источники для селекции моркови столовой: материнские формы 690П, 661П, 535П, 1238П и опылители Сур 1, Таі, Хin, 753. Данные сортообразцы отличались от других компактной листовой пластиной (46,1 см), полудлинным корнеплодом (18 см), соотношению сердцевины к мякоти (30 %). Корреляционная зависимость между долей сердцевины корнеплода и числом листьев сильная, коэффициент корреляции по материнским формам $r = 0,9$, по опылителям $r = 0,8$, что считается весьма высоким значением. Урожайность данных форм составила 6,5 кг/м², товарность 70 %.

На основе выделенных генетических источников материнских и отцовских форм получено 11 сортолинейных гибридов. При анализе отобрано пять комбинаций для дальнейшей селекционной работы – 661П × Сур 1, 1238П × Таі, 690П × Хin, 661П × Таі, и 535П × 753. Данные сортообразцы отличались высокой урожайностью (7,5 кг/м²) товарностью (85 %) и массой корнеплодов – от 113 до 125 г.

Список источников

1. Соколова Л. М., Бухаров А. Ф., Иванова М. И. Применение последовательных отборов при селекции моркови столовой на устойчивость к *Fusarium sp.* и *Alternaria sp.* // Аграрная наука. 2020. № 6. С. 78–83. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-78-83>
2. Соколова Л. М., Балашова И. Т. Наследуемость толерантности к патогенным грибам *Alternaria dauci* и *Fusarium oxysporum* при создании гибридов моркови // Овощи России. 2023. № 3. С. 79–87. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-79-87>
3. Engalycheva I. A., Kozar E. G., Stepanov V. A., Sirita S. M., Soldatenko A. V. Resistance of carrots to diseases as a factor of increasing production profitability / В сборнике: IOP Conference Series Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd. 2021. Vol. 650. С. 012054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012054>
4. Соломенцева А. С., Межевова А. С., Солонкин А. В. Влияние абиотических факторов среды на биохимический состав плодов растениеводческой продукции // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 29–38. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i9pp29-38>
5. Gimenez E., Salinas M., Manzano-Agugliaro F. Worldwide Research on Plant Defense against Biotic Stresses as Improvement for Sustainable Agriculture. *Sustainability*. 2018. Vol. 10. P. 391. <https://doi.org/10.3390/su10020391>
6. Dickerson G. E. Statistical Genetics and Plant Breeding. Washington, DC: The National Academies Press. 1963. Pp. 95–107. <https://doi.org/10.17226/20264>
7. Сюков В. В., Захаров В. Г., Менибаев А. И. Экологическая селекция растений: типы и практика // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 5. С. 534–536. <https://doi.org/10.18699/VJ17.270>

8. Сравнительная характеристика сортов столовой моркови по содержанию каротиноидов и антоцианов / А. В. Корнев, В. И. Леунов, А. Н. Ховрин, С. Р. Цинбалаев // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2014. № 9. С. 48–50. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=temsln&ysclid=m4qc2xr1ju426528821>
9. Пивоваров В. Ф., Солдатенко А. В., Мусаев Ф. Б. Современные темпы развития овощеводства в РФ // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2018. № 72. С. 293–298. <https://doi.org/10.21515/1999-1703-72-293-298>
10. Ёмкость российского рынка овощебахчевых культур – основа планирования их производства / С. М. Сирота, В. Ф. Пивоваров, Е. В. Пинчук, А. В. Солдатенко, Т. Е. Шевченко // *АПК: экономика, управление*. 2019. № 8. С. 62–68. <https://doi.org/10.33305/198-62>
11. Методические указания по изучению мировой коллекции столовый корнеплодов. Ленинград, Всесоюзная ордена Ленина акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. Всесоюзная ордена Ленина научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова. 1986. 1–4. С. 11–14.
12. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур / составители: Бондарева Л. Л. – доктор с.-х. наук и др., ответственный редактор: Тареева М. М. – кандидат с.-х. наук / Москва: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2018. 224 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35566708&ysclid=m4qc9s5xwt62239412>
13. Бунин М. С. Методы селекции и семеноводства овощных корнеплодных растений (морковь, свёкла, редис, дайкон, редька, репа, брюква, пастернак). Москва: ВНИИССОК, 2003. 284 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36821571&ysclid=m4qd5nskqz803942511>

References

1. Sokolova LM., Bukharov AF., Ivanova MI. Primenenie posledovatel'nykh otborov pri selektsii morkovi stolovoi na ustoichivost' k *Fusarium sp.* i *Alternaria sp.* [Application of sequential selections in breeding table carrots for resistance to *Fusarium sp.* and *Alternaria sp.*]. *Agrarnaya nauka. Agrarian science*. 2020;6:78–83. (in Russ.). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-339-6-78-83>
2. Sokolova LM, Balashova IT. Nasleduemost' tolerantnosti k patogennym gribam *Alternaria dauci* i *Fusarium oxysporum* pri sozdanii gibridov morkovi [Heritability of tolerance to pathogenic fungi *Alternaria dauci* and *Fusarium oxysporum* in the creation of carrot hybrids]. *Ovoshchi Rossii. Vegetables of Russia*. 2023;3:79–87. (in Russ.). <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-79-87>
3. Engalycheva IA, Kozar EG, Stepanov VA, Sirita SM, Soldatenko AV. Resistance of carrots to diseases as a factor of increasing production profitability. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. IOP Publishing Ltd. 2021;650: 012054. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012054>
4. Colomentseva AS, Mezhevova AS, Solonkin AV. Vliyaniye abioticheskikh faktorov srede na biokhimi-cheskii sostav plodov rasteniyevodcheskoi produktsii [Influence of abiotic environmental factors on the biochemical composition of crop fruits]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal. Agrarian Scientific Journal*. 2023;9:29–38. (in Russ.). <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i9pp29-38>
5. Gimenez E, Salinas M, Manzano-Agugliaro F. Worldwide Research on Plant Defense against Biotic Stresses as Improvement for Sustainable Agriculture. *Sustainability*. 2018;10:391. (in Eng.). <https://doi.org/10.3390/su10020391>
6. Dickerson GE. Statistical Genetics and Plant Breeding. Washington, DC: The National Academies Press. 1963:95–107. (in Eng.). <https://doi.org/10.17226/20264>
7. Syukov VV., Zakharov VG., Menibaev AI. Ekologicheskaya selektsiya rastenii: tipy i praktika [Ecological plant breeding: types and practice]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21:5:534–536. (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/VJ17.270>
8. Kornev AV, Leunov VI, Khovrin AN, Tsimbalaev SR. Sravnitel'naya kharakteristika sortov stolovoi morkovi po soderzhaniyu karatinoidov i antotsianov [Comparative characteristics of table carrot varieties by carotenoids and anthocyanins content]. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya. Storage and processing of agricultural raw materials*. 2014;9:48–50. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=temsln&ysclid=m4qc2xr1ju426528821>
9. Pivovarov VF, Soldatenko AV, Musaev FB. Sovremennye tempy razvitiya ovoshchevodstva v RF [Current rates of vegetable growing development in the Russian Federation]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2018;72:293–298. (in Russ.). <https://doi.org/10.21515/1999-1703-72-293-298>
10. Sirota SM, Pivovarov VF, Pinchuk EV, Soldatenko AV, Shevchenko TE. Emkost' rossiiskogo rynka ovoshchebakhchevykh kul'tur – osnova planirovaniya ikh proizvodstva [The capacity of the Russian market

of vegetable and melon crops – the basis for planning their production]. *APK: ehkonomika, upravlenie. AIC: economics, management*. 2019;8:62–68. (in Russ.). <https://doi.org/10.33305/198-62>

11. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu mirovoi kolleksii stolovyi korneplodov [Methodical guidelines for the study of the world collection of table root crops]*. Leningrad, Vsesoyuznaya ordena Lenina akad. s.-kh. nauk im. VI. Lenina. Vsesoyuznaya ordena Lenina nauchno-issledovatel'skii institut rasteniyevodstva im. NI. Vavilova. 1986;1–4:11–14. (in Russ.).

12. Bondareva LL, Tareeva MM. (eds.) *Metodicheskie ukazaniya po aprobatsii ovoshchnykh i bakhchevykh kul'tur [Guidelines for testing vegetable and melon crops]*. Moscow: Nauka Publ. Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of Agriculture, 2018;224. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35566708&ysclid=m4qc9s5xwt62239412>

13. Bunin MS. *Metody seleksii i semenovodstva ovoshchnykh korneplodnykh rastenii (morkov', svekla, redis, daikon, red'ka, repa, bryukva, pasternak) [Methods of selection and seed production of vegetable root crops (carrots, beets, radishes, daikon, horseradish, turnip, rutabaga, parsnip)]*. Moscow: VNISSOK, 2003;284. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36821571&ysclid=m4qd5nskqz80394251>

Информация об авторах

Л. М. Соколова – доктор с.-х. наук, вед. науч. сотр. отдела селекции и семеноводства;

А. В. Корнев – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. отдела селекции и семеноводства.

Information about the authors

L. M. Sokolova – Doctor of Agr. Sci., All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production;

A. V. Kornev – Cand. Sci. Agr., Senior Research Fellow, All-Russian Research Institute of Vegetable Crop Production – Branch, Federal Scientific Center of Vegetable Crop Production.

**Статья поступила в редакцию 01.10.2024;
одобрена после рецензирования 05.10.2024;
принята к публикации 16.10.2024**

**The article was submitted 01.10.2024;
approved after reviewing 05.10.2024;
accepted for publication 16.10.2024**

Научная статья

УДК 577.15:632.4:635.655

EDN: MNZJXU

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-32-40>

КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ СЕМЯН СОИ РАЗНЫХ СОРТОВ ПРИ ВЛИЯНИИ *CERCOSPORA SOJINA* HARA

Анастасия Андреевна Блинова

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, baa@vniisoi.ru

Аннотация. *Cercospora sojina* Hara является патогеном, вызывающим заболевание сои, известное как церкоспороз, что приводит к биотическому стрессу у растений. Настоящее исследование было направлено на анализ каталазной активности семян сортов сои, инфицированных грибной инфекцией. В качестве объекта исследования выступали семена сортов сои (*Glycine max* (L.) Merr), которые были выращены в 2019–2021 годах на луговой черноземовидной почве опытного поля ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои в с. Садовое Тамбовского района Амурской области. Активность каталазы определялась спектрофотометрическим методом, основанным на измерении скорости разложения пероксида водорода под воздействием каталазы образца с образованием воды и кислорода. Электрофоретические спектры исследуемого фермента анализировались с помощью электрофореза на 8-процентном полиакриламидном геле, что соответствует гистохимическому методу. В результате проведённых исследований было установлено, что удельная активность каталазы в семенах сои варьировала, а также наблюдалась перестройка множества форм фермента в ответ на заражение сои патогенами. При воздействии патогена *C. sojina* Hara проявлялась форма КАТ7. Анализ множества форм каталаз по годам показал, что среди семян сои, поражённых церкоспорозом, с высокой частотой встречались формы КАТ6 и КАТ7, которые, вероятно, обладают устойчивостью к воздействию данного патогена.

Ключевые слова: соя, *Cercospora sojina* Hara, каталаза, удельная активность, множественные формы, полиморфизм.

Для цитирования: Блинова А. А. Каталазная активность семян сои разных сортов при влиянии *Cercospora sojina* Hara // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 32–40. EDN: MNZJXU. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-32-40>

Original article

CATALASE ACTIVITY OF SOYBEAN SEEDS OF DIFFERENT VARIETIES UNDER THE INFLUENCE OF *CERCOSPORA SOJINA* HARA

Anastasia A. Blinova

All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russia, baa@vniisoi.ru

Abstract. *Cercospora sojina* Hara is a pathogen that causes a soybean disease known as cercosporosis, which leads to biotic stress in plants. The present study was aimed at analyzing the catalase activity of soybean seeds infected with a fungal infection. The object of the study was the seeds of soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merr), which were grown in 2019–2021 on meadow chernozem soil of the experimental field of the Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Center "All-Russian Scientific Research Institute of Soybean" in Sadovoye village of the Tambov district of the Amur Region. Catalase activity was determined by a spectrophotometric method based on measuring the rate of decomposition of hydrogen peroxide under the influence of catalase of a sample to form water and oxygen. The electrophoretic spectra of the enzyme under study were analyzed using electrophoresis on an 8 % polyacrylamide gel, which corresponds to the histochemical method. As a result of the conducted studies, it was found that the specific

© Блинова А. А., 2024

activity of catalase in soybean seeds varied, and there was also a restructuring of many forms of the enzyme in response to infection with soy pathogens. When exposed to the pathogen *C. sojae* Hara, the CAT7 form was manifested. The analysis of many forms of catalases over the years showed that among soybean seeds affected by cercosporosis, forms of CAT6 and CAT7 were found with high frequency, which are likely to be resistant to the effects of this pathogen.

Keywords: soybean, *Cercospora sojae* Hara, catalase, specific activity, multiple forms, polymorphism.

For citation: Blinova AA. Katalaznaya aktivnost' semyan soi raznykh sortov pri vliyani *Cercospora sojae* Hara [Catalase activity of soybean seeds of different varieties under the influence of *Cercospora sojae* Hara]. *Agronauka. Agroscience*. 2024;2:4:32–40 (in Russ.). EDN: MNZJXU. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-32-40>

Введение

Растения в процессе онтогенеза постоянно подвергаются биотическому стрессу, который вызывает изменения в метаболизме растений, что приводит к снижению их продуктивности, дефициту питательных веществ и воды, внутриклеточному осмотическому стрессу, механическому ранению, повреждению клеточной стенки и нарушению метаболизма растений [1].

Биотический стресс вызывают патогены (вирусы, бактерии и грибы), нематоды, насекомые, паразиты растений и травоядные [1]. Гриб *Cercospora sojae* Hara вызывает церкоспороз (серая пятнистость) сои [2, 3]. Как и другие биологические факторы, грибные инфекции производят чрезмерное количество свободных радикалов в цитозоле, хлоропластах и митохондриях [4, 5].

Неблагоприятные условия развития растения, включающие абиотические и биотические факторы, вызывают окислительные повреждения в клетках из-за перепроизводства активных форм кислорода (АФК) [6]. АФК представляют собой многие химически активные соединения, образующиеся во время метаболизма кислорода: пероксид водорода (H_2O_2), супероксид ($\bullet O_2^-$), гидроксильный радикал ($\bullet OH$), синглетный кислород ($O_2\bullet^-$) и свободные радикалы ($\bullet NO_2$, $\bullet RO$, $\bullet ROO$). В ответ на биотический стресс в клетках растений активируются множественные защитные реакции, которые могут использовать любую из стратегий, которые стимулируют систему антиоксидантной защиты растений. Повышение концентрации АФК действует как антимикробный агент, и при увеличении продукции, в ответ на биотический стресс клетки, растения могут

снижать активность антиоксидантных ферментов, нейтрализующих АФК, особенно в хлоропластах, которые являются основным их источником [1]. К системе антиоксидантной защиты относятся супероксиддисмутаза (СОД, ЕС 1.15.1.1), каталаза (КАТ, ЕС 1.11.1.6), пероксидаза (ПОД, ЕС 1.11.1.7) и другие [7, 8].

Каталаза – основной фермент антиоксидантной системы, ликвидирующий избыточное количество пероксида водорода, однако вследствие низкого сродства к субстрату она эффективна только при высоких концентрациях H_2O_2 [9]. КАТ осуществляет распад двух молекул H_2O_2 с образованием воды и свободного кислорода. Этот фермент не нуждается в дополнительных субстратах и проводит окисление молекулы пероксида водорода за счёт кислорода другой молекулы H_2O_2 . Локализован фермент, преимущественно, в пероксисомах, где он отвечает за антиоксидантную защиту, в том числе и при фотодыхании. Особенно его роль возрастает при действии неблагоприятных факторов [10].

По удельной активности и множественным формам фермента можно оценить уровень устойчивости сои к стрессовому фактору, в том числе к септориозу и церкоспорозу. При этом анализ спектра множественных форм имеет большое значение для изучения регуляторных механизмов, контролирующих метаболизм и характер их распределения. Электрофоретический спектр отражает процессы адаптации, происходящие на молекулярном уровне, что может использоваться для изучения протекания различных заболеваний [11].

Цель исследований – изучение влияния грибной инфекции, вызванной *Cercospora sojina* Nara на активность каталазы в семенах различных сортов сои.

Условия, материалы и методы

Объектом исследования явились семена сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (ФНЦ ВНИИ сои), подверженные воздействию грибной инфекции *C. Sojina*: Кружевница, Сентябрьнка, Веретейка, Лидия, Умка, Даурия, Золушка, Лазурная и Топаз [12]. Контролем служили здоровые семена этих сортов сои, выращенной на луговой чернозёмовидной почве опытного поля ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои в с. Садовое Тамбовского района Амурской области и собранной в 2019–2021 гг. Семенной материал, зараженный грибной инфекцией *C. sojina*, отбирали визуально по следующим морфологическим признакам: наличие на семенах неправильно-округлых, выпуклых, коричнево-серых пятен с резко выраженным бурым ободком или расплывчатыми краями [13–15].

Для получения экстракта растворимых белков соевых семян, навеску материала массой 0,5 г гомогенизировали и экстрагировали в фарфоровых ступках, наполненных 15 мл раствора 0,15 М хлорида натрия, в течение 15 минут при температуре 0...5 °С. Затем центрифугировали в течение 15 мин при 3000 об/мин [16]. После центрифугирования осадок отбрасывали, а в надосадочной жидкости определяли содержание белка и активность каталазы. Содержание белка определяли по методу Лоури на спектрофотометре ПЭ-5400УФ, при длине волны 750 нм напротив контроля в кюветах с толщиной поглощающего слоя 1 см [16].

Для определения активности каталазы использовали спектрофотометрический метод, предложенный Эби [17] и основанный на определении скорости разложения пероксида водорода каталазой исследуемого образца с образованием воды и кислорода [18].

Удельную активность каталазы определяли по изменению оптической плотности

при длине волны 240 нм, ежесекундно, в течение 100 с.

Расчёт удельной активности каталазы в относительных единицах на мг белка производили по формуле, предложенной Мэйлом в соавторстве [19]:

$$A_{\text{КАТ}} (\text{ед.} / \text{мг белка}) = (K \times X) / C_{\text{белка}}, \quad (1)$$

$$K = (2,3 / T) \times [\log_{10} \times (A_1 / A_2)], \quad (2)$$

где T – время реакции, мин,

A_1 – оптическая плотность в начальный момент времени,

A_2 – оптическая плотность в конечный момент времени,

X – отношение объёма используемого образца к общему объёму реакционной смеси,

m – масса навески, г,

$C_{\text{белка}}$ – содержание белка в пробе, мг.

Удельную активность КАТ (ед/мг белка) измеряли в двух биологических и трёх аналитических повторностях.

Электрофоретические спектры исследуемых ферментов проводили методом электрофореза на пластинах 8-процентного полиакриламидного геля в камере для вертикального электрофореза Mini-PROTEAN Tetra (Bio-Rad), при 4 °С и значениях напряжения в концентрирующем геле – 120...140 В, в разделяющем – 180 В [16, 20].

Визуализацию множественных форм каталазы проводили модифицированным методом Н. Rahnama, Н. Ebrahimzadeh [21]. После электрофореза гели промывали дистиллированной водой, а затем 10...15 мин обрабатывали 0,01-процентным раствором H_2O_2 . Окрашивание гелей проводили в течение 10 мин в растворе, содержащем 2-процентный FeCl_3 и 2-процентный $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$. Произошло изменение окраски геля с жёлтого на тёмно-зелёный, при этом изоформы каталазы выявлены в виде ярко-жёлтых полос. Отсутствие окрашивания наблюдалось на тех участках геля, где каталаза разрушает пероксид водорода.

Для выявленных множественных форм (МФ) ферментов определяли значения их

относительной электрофоретической подвижности (Rf) и строили схемы энзимограмм. Нумерация форм ферментов приведена от более высокоподвижных к низкоподвижным формам. Для каждой формы ранее присвоено сокращённое обозначение в соответствии со значениями их Rf (для каталазы KAT1–KAT8) [22].

Обработка результатов исследования выполнена с использованием статистической программы STATISTICA 10, графическое представление данных выполнено с помощью программного обеспечения Excel (2010).

Результаты и обсуждение

Анализ удельной активности КАТ в 2019 году в образцах, больных церкоспорозом, показал превышение значение контрольных образцов в диапазоне в 2,3...9,7 раза. Но самое большое увеличение наблюдалось в сортах Лидия, Умка и Топаз – в 13,3, 14,1 и 11,3 раза соответственно (рисунок 1).

В 2020 г. в семенах, заражённых *C. sojae* Нага, увеличение активности наблюдалось у сортов Веретейка, Лидия, Умка и Золушка (в 2,2, 1,8, 1,3 и 1,9 раза), в остальных же сортах выявлено снижение удельной активности фермента в диапазоне 1,6...7,7 раз.

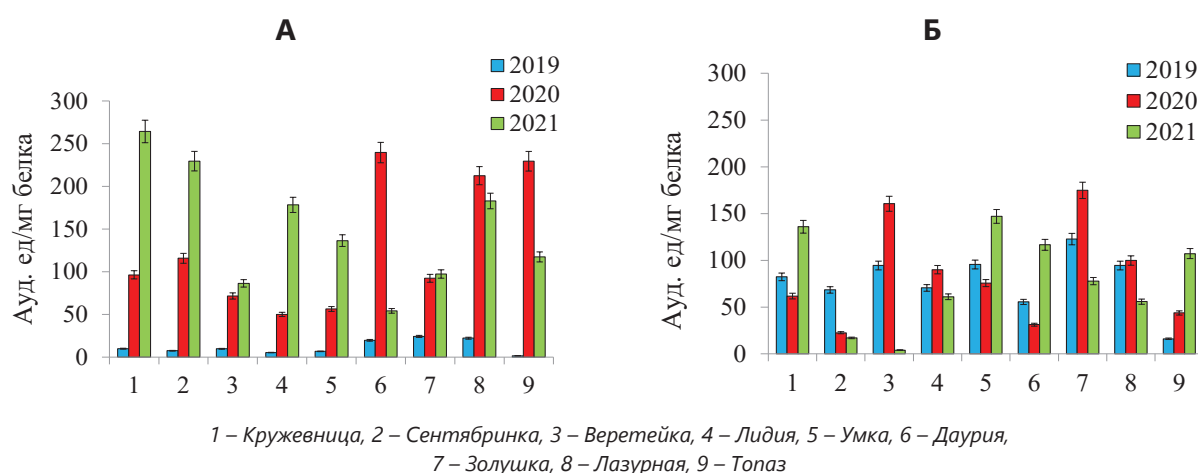


Рисунок 1 – Диаграммы удельной активности каталазы семян сортов сои (А – контроль, Б – семена, заражённые *Cercospora sojae* Нага), 2019–2021 гг.

Figure 1 – Diagrams of the specific activity of catalase in seeds of soybean varieties (A – control, B – seeds infected with *Cercospora sojae* Hara), 2019–2021

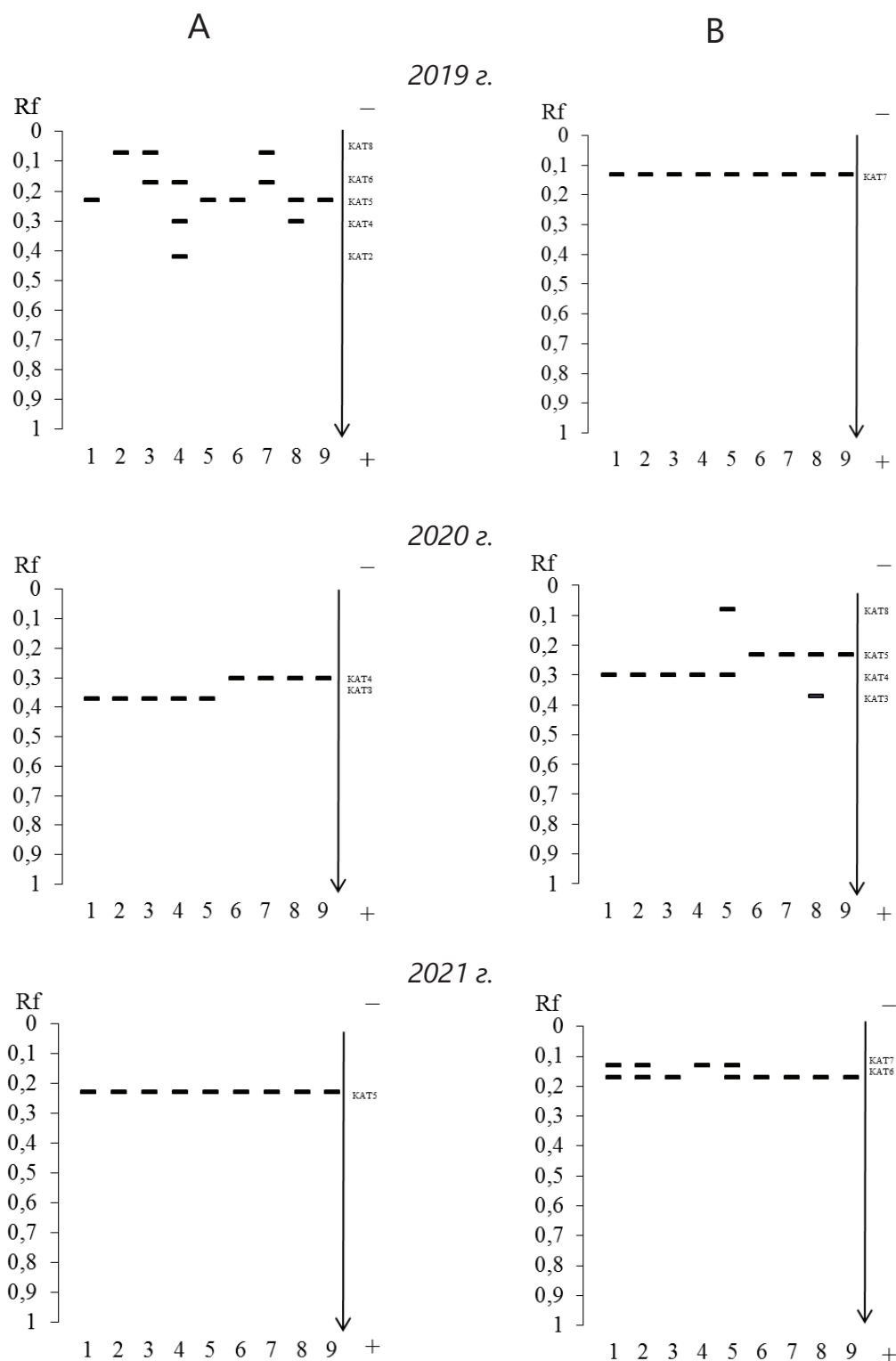
В 2021 году также наблюдалось снижение удельной активности КАТ в семенах, больных церкоспорозом, по сравнению с контролем (в 1,1...3,3 раза), но более высокое снижение составило в сортах Сентябринка и Веретейка (в 13,5 и 22,0 раза соответственно). В сортах Умка и Даурия выявлено увеличение удельной активности в 1,1 и 2,2 раза соответственно.

Изучение схем энзимограмм каталаз семян исследуемых сортов сои в 2019 г., незараженных и больных церкоспорозом, позволил выявить 5 МФ и 1 МФ, соответственно. В семенах сортов сои, больных церкоспорозом, проявилась одна адаптивная форма – KAT7 (Rf=0,13) (рисунок 2).

В 2020 г., среди незаражённых и боль-

ных церкоспорозом сортов сои, было выявлено 2 МФ и 4 МФ, соответственно. В семенах больных церкоспорозом, у сортов Кружевница, Сентябринка, Веретейка, Лидия и Умка проявилась адаптивная форма KAT4 (Rf=0,30), а у сортов Даурия, Золушка, Лазурная и Топаз – KAT5 (Rf=0,23). Множественные формы KAT8 (Rf=0,07) и KAT3 (Rf=0,37) выявлены у сортов Умка и Лазурная, соответственно.

В 2021 г. при анализе контрольных семян сои и семян в условиях заражения было выявлено минимальное количество форм за три года исследований (1 МФ и 2 МФ, соответственно). В семенах сои больных церкоспорозом проявились две адаптивные формы: KAT7 – у сортов Кружевница, Сен-



1 – Кружевница, 2 – Сентябрька, 3 – Веретейка, 4 – Лидия, 5 – Умка, 6 – Даурия, 7 – Золушка, 8 – Лазурная, 9 – Топаз; стрелка – направление электрофореза от катода к аноду

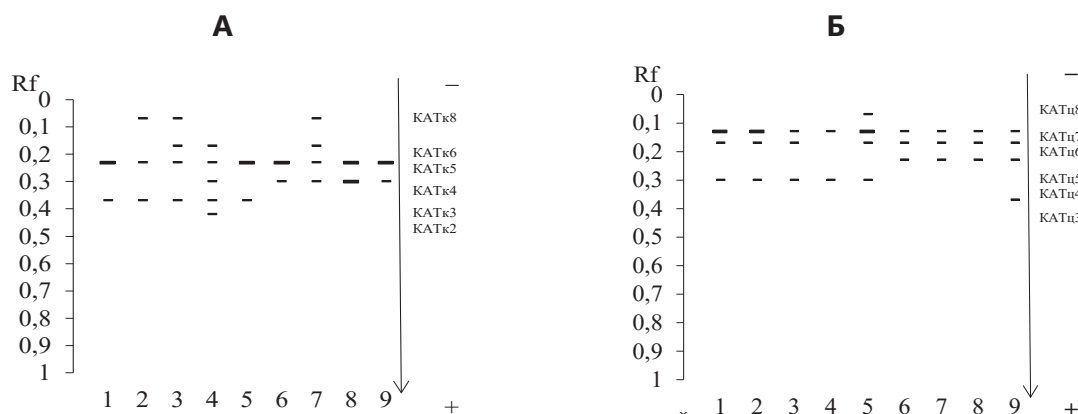
Рисунок 2 – Схема энзимогрaмм каталазы семян сортов сои (А – контроль, В – семена, заражённые *Cercospora soja Hara*), 2019–2021 гг.

Figure 2 – Scheme of catalase enzymograms of soybean seed varieties (A – control, B – seeds infected with *Cercospora soja Hara*), 2019–2021

тябринка, Лидия и Умка; КАТ6 ($R_f = 0,17$) – у всех сортов, кроме Лидии.

Анализ энзимограмм каталазы за три года по сортам показал, что самыми распространёнными формами среди здоровых семян были КАТ5 с электрофоретической

подвижностью $R_f = 0.23$. В контрольных образцах – форма КАТ4 у сорта Лазурная. У сортов Сентябринка, Веретейка, Лидия и Золушка в здоровых семенах форм со средней встречаемостью обнаружено не было (рисунок 3).



1 – Кружевница, 2 – Сентябринка, 3 – Веретейка, 4 – Лидия, 5 – Умка, 6 – Даурия, 7 – Золушка, 8 – Лазурная, 9 – Топаз; стрелка – направление электрофореза от катода к аноду: - 0...19 % (низкая встречаемость); - 0...49 % (средняя встречаемость); - > 50 % (высокая встречаемость форм)

Рисунок 3 – Схема энзимограмм каталазы семян сортов сои за 3 года (А – контроль, Б – семена, заражённые *Cercospora sojae* Hara)

Figure 3 – Scheme of enzymograms of catalase of seeds of soybean varieties for 3 years (A – control, B – seeds infected with *Cercospora sojae* Hara)

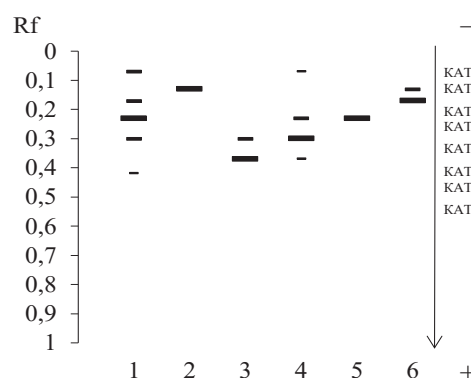
Среди семян сои сортов Кружевница, Сентябринка и Умка, больных церкоспорозом, выявлена форма МФ КАТ7 со средней встречаемостью, которая среди других сортов не была обнаружена.

Анализ МФ по встречаемости каталаз в исследуемые годы показал значительные различия. Среди контрольных семян сортов сои за 2019 г. и 2021 г. выявлена 1 МФ (КАТ5) с высокой встречаемостью, в 2020 г. – 1 МФ (КАТ3) (рисунок 4).

Изучение множественных форм каталаз, семян сои больных церкоспорозом, в 2019 г. позволило установить 1 адаптивную МФ, с высокой встречаемостью – КАТ7, в 2020 г. – КАТ4, а в 2021 г. – КАТ6.

Выводы

На основе полученных данных можно сделать вывод, что активность исследуемого фермента варьируется в зависимости от сорта сои и влияния патогена *Cercospora sojae* Hara. Следует подчеркнуть, что при



1 – Контрольные семена за 2019 г., 2 – семена 2019 г., заражённые *Cercospora sojae* Hara, 3 – Контрольные семена за 2020 г., 4 – семена 2020 г., заражённые *Cercospora sojae* Hara, 5 – контрольные семена за 2021 г., 6 – семена 2021 г., заражённые *Cercospora sojae* Hara; Стрелка – направление электрофореза от катода к аноду, - 0...19 % (низкая встречаемость); - 0...49 % (средняя встречаемость); - > 50 % (высокая встречаемость форм)

Рисунок 4 – Схема энзимограммы каталазы семян сои, 2019–2021 гг.

Figure 4 – Scheme of the enzymogram of soybean seed catalase, 2019–2021

церкоспорозе повышенная удельная активность фиксируется исключительно у сорта сои Умка.

В ходе анализа молекулярной формы (МФ) каталазы у различных сортов сои за три года исследования было установлено, что самой распространённой формой у контрольных образцов является KAT5 ($R_f = 0,23$). Однако под воздействием патогена *C. sojae* Hara у сортов Кружевница, Сентябринка и Умка наблюдается преобладание формы KAT7 ($R_f = 0,13$).

Также стоит отметить, что при исследовании МФ каталазы в зависимости от годового периода среди семян сои, поражённых церкоспорозом, были обнаружены формы KAT6 и KAT7 с высокой частотой встречаемости. Это позволяет предположить, что

данные формы каталазы могут быть устойчивыми к воздействию патогена.

Поскольку каталаза в основном содержится в пероксисомах и в меньшей степени в других органеллах, а также не требует восстановителя для протекания своей реакции, этот фермент не демонстрирует высокого полиморфизма, как другие ферменты класса оксидоредуктаз, которые были исследованы нами ранее [11, 23]. Тем не менее, по динамике удельной активности каталазы можно сделать вывод о реактивности сои к биотическим факторам.

Для более комплексной оценки рекомендуется при анализе каталазы учитывать и другие ферменты антиоксидантной системы, что позволит более точно определить уровень устойчивости сои к стрессовым факторам.

Список источников

1. Das S. K., Patra J. K., Thatoi H. Antioxidative response to abiotic and biotic stresses in mangrove plants: A review // *International Review of Hydrobiology*. 2016. Vol. 101. № 1–2. P. 3–19. <https://doi.org/10.1002/iroh.201401744>
2. Elicitor-Based Biostimulant PSP, Protects Soybean Against Late Season Diseases in Field Trials / N. R. Chalfoun, S. B. Durman, J. González-Montaner, S. Reznikov, V. De Lisi, V. González, E. R. Moretti, M. R. Devani, L. D. Ploper, A. P. Castagnaro, B. Welin // *Frontiers in plant science*. 2018. Vol. 9. Article 763. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00763>
3. Tonelli M. L., Magallanes-Noguera C., Fabra A. Symbiotic performance and induction of systemic resistance against *Cercospora sojae* in soybean plants co-inoculated with *Bacillus* sp. CHEP₅ and *Bradyrhizobium japonicum* E109 // *Archives of Microbiology*. 2017. № 199 (9). P. 1283–1291. <https://doi.org/10.1007/s00203-017-1401-2>
4. Mofidnakhaei M., Abdossi V., Dehestani A., Pirdashti H., Babaeizad V. Potassium phosphite affects growth, antioxidant enzymes activity and alleviates disease damage in cucumber plants inoculated with *Pythium ultimum* // *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2016. № 49 (9–10). P. 207–221. <https://doi.org/10.1080/03235408.2016.1180924>
5. ROS and Oxidative Response Systems in Plants Under Biotic and Abiotic Stresses: Revisiting the Crucial Role of Phosphite Triggered Plants Defense Response / M. A. Mohammadi, Y. Cheng, M. Aslam, B. H. Jakada, M. H. Wai, K. Ye, X. He, T. Luo, L. Ye, C. Dong, B. Hu, S. V. Priyadarshani, G. Wang-Pruski, Y. Qin // *Frontiers in Microbiology*. 2021. Vol. 12. Article 631318. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.631318>
6. Aslam M., Fakher B., Ashraf M. A., Cheng Y., Wang B., Qin Y. Plant Low-Temperature Stress: Signaling and Response // *Agronomy*. 2022. № 12(3). Article 702. <https://doi.org/10.3390/agronomy1203070>
7. Damanik R. I., Marbun P., Sihombing L. Antioxidant activity of seedling growth in selected soybean genotypes (*Glycine max* (L.) Merrill) responses of submergence // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2016. № 41. Article 012003. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/41/1/012003>
8. Zhao J. J., Feng N. F., Wang X. X., Cai G. R., Cao M. Y., Zheng D. F., Zhu H. D. Uniconazole confers chilling stress tolerance in soybean (*Glycine max* L.) by modulating photosynthesis, photoinhibition, and activating oxygen metabolism system // *Photosynthetica*. 2019. Vol. 57. № 2. P. 446–457. <https://doi.org/10.32615/ps.2019.059>
9. Луцкий Е. О., Сундырева М. А., Хаблюк В. В. Влияние водного и температурного стресса на активность антиоксидантных ферментов винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2019. № 56 (2). С. 110–121. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-2-56-110-121>
10. Активность каталазы и пероксидазы в растениях пшеницы и риса в условиях аноксии и постаноксической аэрации / В. В. Емельянов, В. В. Ласточкин, Е. Г. Приказюк, Т. В. Чиркова // *Физиология растений*. 2022. Т. 69. № 6. С. 675–690. <https://doi.org/10.31857/S0015330322060033>

11. Активность оксидоредуктаз семян и проростков сои в условиях грибковой инфекции *Septoria glycinis* Hemmi / В. А. Кузнецова, А. А. Блинова, О. Н. Тарасова, Л. Е. Иваченко // Аграрный вестник Урала. 2020. № 7 (198). С. 47–55. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-198-7-47-55>
12. Каталог сортов сои / Е. М. Фокина, Г. Н. Беляева, М. О. Синеговский, В. Т. Синеговская, О. О. Клеткина. Благовещенск: ООО «ИПК «ОДЕОН», 2021. 69 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46331823&ysclid=m4qde8hvk256102437>
13. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов, М. Ф. Летова; под общ. ред. М. К. Хохрякова. Санкт-Петербург: Лань, 2003. 592 с. ISBN: 5-8114-0479-4. URL: <https://djvu.online/file/ct0QhiFLjclJW?ysclid=m4qdh1eat3627203248>
14. Пересыпкин В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. для вузов. Москва: Агропромиздат, 1989. 479 с. ISBN: 5-10-000292-1.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1979. 416 с.
16. Молекулярная биология. Практикум: учебное пособие для вузов / А. С. Коницев, И. Л. Цветков, А. Б. Комаров, Т. Н. Шамшина, А. П. Попов; под редакцией А. С. Коницева. Москва: Издательство Юрайт, 2024. 169 с. ISBN 978-5-534-12544-3.
17. Aeby H., Catalase in vitro // *Methods in Enzymology*. 1984. Vol. 105. P. 121–126. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(84\)05016-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3)
18. Методы определения редокс-статуса культивируемых клеток растений: учебно-методическое пособие / Г. В. Сибгатуллина, Л. Р. Хаертдинова, Е. А. Гумерова, А. Н. Акулов, Ю. А. Костюкова, Н. А. Никонорова, Н. И. Румянцева. Казань: Казанский (Приволжский) Федеральный университет, 2011. 61 с.
19. Mehl K. A., Davis M., Berger F. G., Carson J. A. Myofiber degeneration/regeneration is induced in the cachectic ApsMin/+ mouse // *Journal of Applied Physiology*. 2005. Vol. 99. № 6. Pp. 2379–2387. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00778.2005>
20. Теоретические и практические основы проведения электрофореза белков в полиакриламидном геле: Электронное учебно-методическое пособие / И. В. Стручкова, Е. А. Кальясова. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 60 с. URL: <https://www.docdroid.net/RRwMIOF/struchkova-kalyasova-pdf>
21. Rahnama H., Ebrahimzadeh H. Antioxidant Isozymes Activities in potato plant (*Solanum Tuberosum* L.) under salt stress // *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*. 2006. Vol. 17. № 3. Pp. 225–230. URL: https://jsciencs.ut.ac.ir/article_31761_65efda8733616f2e1ac469f46d2f6bf7.pdf
22. Иваченко Л. Е. Ферменты сои: монография. Благовещенск: Издательство БГПУ, 2010. 214 с. ISBN: 978-5-8331-0200-8
23. Кузнецова В. А., Блинова А. А., Иваченко Л. Е. Влияние гипо- и гипертермии на удельную активность ферментов класса оксидоредуктаз семян сои и множественность их форм // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 8. С. 39–44. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10806>

References

1. Das SK, Patra JK, Thatoi H. Antioxidative response to abiotic and biotic stresses in mangrove plants: A review. *International Review of Hydrobiology*. 2016;101:1–2:3–19. (in Eng.) <https://doi.org/10.1002/iroh.201401744>
2. Chalfoun NR, Durman SB, González-Montaner J, Reznikov S, De Lisi V, González V, Moretti ER, Devani MR [et al.]. Elicitor-Based Biostimulant PSP₁ Protects Soybean Against Late Season Diseases in Field Trials. *Frontiers in plant science*. 2018;9:763. (in Eng.) <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00763>
3. Tonelli ML, Magallanes-Noguera C, Fabra A. Symbiotic performance and induction of systemic resistance against *Cercospora sojina* in soybean plants co-inoculated with *Bacillus* sp. CHEP₅ and *Bradyrhizobium japonicum* E109. *Archives of Microbiology*. 2017;199:9:1283–1291. (in Eng.) <https://doi.org/10.1007/s00203-017-1401-2>
4. Mofidnakhaei M, Abdossi V, Dehestani A, Pirdashti H, Babaeizad V. Potassium phosphite affects growth, antioxidant enzymes activity and alleviates disease damage in cucumber plants inoculated with *Pythium ultimum*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2016;49:9-10:207–221. (in Eng.) <https://doi.org/10.1080/03235408.2016.1180924>
5. Mohammadi MA, Cheng Y, Aslam M, Jakada BH, Wai MH, Ye K, He X, Luo T, et al. ROS and Oxidative Response Systems in Plants Under Biotic and Abiotic Stresses: Revisiting the Crucial Role of Phosphite Triggered Plants Defense Response. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12. Article 631318. (in Eng.) <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.631318>
6. Aslam M, Fakher B, Ashraf MA, Cheng Y, Wang B, Qin Y. Plant Low-Temperature Stress: Signaling and Response. *Agronomy*. 2022;12:3:702. (in Eng.) <https://doi.org/10.3390/agronomy1203070>
7. Damanik RI, Marbun P, Sihombing L. Antioxidant activity of seedling growth in selected soybean genotypes (*Glycine max* (L.) Merrill) responses of submergence. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

Science. 2016;41:012003. (in Eng.) <https://doi.org/10.1088/1755-1315/41/1/012003>

8. Zhao JJ, Feng NF, Wang XX, Cai GR, Cao MY, Zheng DF, Zhu HD. Uniconazole confers chilling stress tolerance in soybean (*Glycine max* L.) by modulating photosynthesis, photoinhibition, and activating oxygen metabolism system. *Photosynthetica*. 2019;57:2:446-457. (in Eng.) <https://doi.org/10.32615/ps.2019.059>

9. Lutskiy EO, Sundyрева MA, Khablyuk VV. Vliyaniye vodnogo i temperaturnogo stressa na aktivnost' antioksidantnykh fermentov vinograda [Influence of water and temperature stress the activity of antioxidant enzyme of grapes]. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019;56:2:110-121. (in Russ.). <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-2-56-110-121>

10. Yemelyanov VV, Lastochkin VV, Prikaziuk EG, Chirkova TV. Aktivnost' katalazy i peroksidazy v rasteni-yakh pshenitsy i risa v usloviyakh anoksii i postanoksicheskoy aeratsii [Activities of catalase and peroxidase in wheat and rice plants under conditions of anoxia and post-anoxic aeration]. *Fiziologiya rasteniy. Russian Journal of Plant Physiology*. 2022;69:6:117. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S0015330322060033>

11. Kuznetsova VA, Blinova AA, Tarasova ON, Ivachenko LE. Aktivnost' oksidoreduktaz semyan i prorst-kov soi v usloviyakh gribkovoy infektsii Septoria glycines Hemmi [Activity of oxidoreductase of seeds and soy-bean seedlings under conditions of fungal infection Septoria glycines Hemmi]. *Agrarnyy vestnik Urala. Agrar-ian bulletin of the Urals*. 2020;7:198:47-55. (in Russ.). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-198-7-47-55>

12. Fokina EM, Belyaeva GN, Sinegovskii MO, Sinegovskaya VT, Kletkina OO, Sinegovskoi VT. (eds.). *Kat-alog sortov soi [Catalog of soybean varieties]*. Blagoveshchensk: OOO «INK «ODEON», 2021;69 p. (in Russ.).

13. Khokhryakov MK, Dobrozrakova TL, Stepanov KM, Letova MF, Khokhryakova MK. (eds.). *Opredelitel' bolezney rasteniy [Plant Disease Identifier]*. Saint Petersburg: Lan. 2003;592. ISBN: 5-8114-0479-4. (in Russ.). <https://djvu.online/file/ct0QhiFLjclJW?ysclid=m4qdh1eat3627203248>

14. Peresyppkin VF. Sel'skokhozyaystvennaya fitopatologiya: ucheb. dlya vuzov [Agricultural phytopatholo-gy: textbook for universities]. Moscow: Agropromizdat, 1989;479. ISBN: 5-10-000292-1. (in Russ.).

15. Dospekhov BA. *Metodika polevogo opyta [Methods of field experiment]*. Moscow: Kolos, 1979;416. (in Russ.).

16. Konichev AS, Tsvetkov IL, Komarov AB, Shamshina TN, Popov AP, Konichev AS. (eds.). *Molekulyarnaya biologiya. Praktikum: uchebnoye posobiye dlya vuzov [Molecular Biology. Practical Training: A Textbook for Universities]*. Moscow: Nauka Publ. Yurayt, 2024;169. ISBN: 978-5-534-12544-3. (in Russ.).

17. Aeby H. Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*. 1984;105:121-126. (in Eng.) [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(84\)05016-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(84)05016-3)

18. Sibgatullina GV, Khaertdinova LR, Gumerova EA, Akulov AN, Kostyukova YuA, Nikonorova NA, Rumyantseva NI. *Metody opredeleniya redoks-statusa kul'tiviruyemykh kletok rasteniy: uchebno-metodicheskoye posobiye [Methods for determining the redox status of cultured plant cells: a teaching aid]*. Kazan: Kazan (Volga Region) Federal University, 2011;61. (in Russ.).

19. Mehl KA, Davis M, Berger FG, Carson JA. Myofiber degeneration/regeneration is induced in the cachec-tic ApsMin/+ mouse. *Journal of Applied Physiology*. 2005;99:6:2379-2387. (in Eng.) <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00778.2005>

20. Struchkova IV, Kalyasova EA. *Teoreticheskiye i prakticheskiye osnovy provedeniya elektroforeza belkov v poliakrilamidnom gele: Elektronnoye uchebno-metodicheskoye posobiye [Theoretical and practical principles of conducting protein electrophoresis in polyacrylamide gel: Electronic teaching aid]*. Nizhniy Novgorod: Nizhegorodskiy gosuniversitet, 2012;60. (in Russ.).

21. Rahnama H, Ebrahimzadeh H. Antioxidant Isozymes Activities in potato plant (*Solanum Tuberosum* L.) under salt stress. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*. 2006;17:3:225-230. (in Eng.) Available from: https://jscienc.ut.ac.ir/article_31761_65efda8733616f2e1ac469f46d2f6bf7.pdf

22. Ivachenko LE. *Fermenty soi: monografiya [Soybean enzymes: monograph]*. Blagoveshchensk: Nauka Publ. BSPU, 2010;214 p. ISBN: 978-5-8331-0200-8. (in Russ.).

23. Kuznetsova VA, Blinova AA, Ivachenko LE. Vliyaniye gipo- i gipertermii na udel'nuyu aktivnost' fer-mentov klassa oksidoreduktaz semyan soi i mnozhestvennost' ikh form [Influence of hypoand hyperthermia on the specific activity of oxidoreductases of soybean seeds and the multiplicity of their forms]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2020;34:8:39-44. (in Russ.). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10806>

Информация об авторе

А. А. Блинова – науч. сотр., зав. лаб. биотехно-логии.

Information about the author

A. A. Blinova – Researcher, Head of the Biotechnology Laboratory.

**Статья поступила в редакцию 11.11.2024;
одобрена после рецензирования 13.11.2024;
принята к публикации 22.11.2024**

**The article was submitted 11.11.2024;
approved after reviewing 13.11.2024;
accepted for publication 22.11.2024**

**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ,
ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ**
**AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,
PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**

Научная статья

УДК: 631.847.211:633.853.52:631.421.1

EDN: RHKVQE

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-41-46>

ИСПЫТАНИЕ ШТАММОВ *B. ELKANII* НА СОЕ СОРТОВ СТАТНАЯ И СЕНТЯБРИНКА В ПОЛЕВЫХ ОПЫТАХ

Мария Владимировна Якименко, Игорь Юрьевич Татаренко, Арина Игоревна Сорокина, Анфиса Владимировна Чепелева, Яна Сергеевна Гутор

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, yamv@vniisoi.ru

Аннотация. В научной статье представлены результаты исследований эффективности штаммов бактерий *B. elkanii*, выделенных из природных популяций Дальнего Востока, на сое сортов, выведенных ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. Обоснована актуальность применения симбиотической азотфиксации в качестве альтернативы высоким дозам минеральных азотных удобрений для повышения продуктивности сои. В ходе исследования было протестировано 29 штаммов ризобий на сое сортов Статная и Сентябринка. Результаты показали, что использование определённых штаммов значительно увеличивает урожайность биомассы сои: максимальные показатели составили 8,31 т/га для сорта Статная в варианте с использованием штамма Vu-5 и 8,17 т/га для сорта Сентябринка с применением штамма ФЗ-5. Урожайность семян сои сорта Статная возросла до 4,09 т/га, а сорта Сентябринка – до 2,96 т/га. Высокая урожайность семян сои сорта Статная была достигнута в варианте с применением штамма Vu-11, с увеличением относительно контроля на 0,39 т/га (при НСР₀₅ 0,23 т/га). Штамм ФЗ-5 продемонстрировал наибольшую эффективность при использовании на сое сорта Сентябринка, обеспечив повышение урожайности семян на 0,41 т/га (при НСР₀₅ 0,09 т/га). Исследование подтвердило высокую эффективность штаммов *B. elkanii* и стало основой для применения микробиологических удобрений в агрономической практике. Полученные данные могут существенно повысить интерес к биологизации земледелия, способствуя как экономической, так и экологической устойчивости сельского хозяйства.

Ключевые слова: *B. elkanii*, чистая культура, клубеньковые бактерии сои, штамм, эффективность, соя, сорт.

Для цитирования: Якименко М. В., Татаренко И. Ю., Сорокина А. И., Чепелева А. В., Гутор Я. С. Испытание штаммов *B. elkanii* на сое сортов Статная и Сентябринка в полевых опытах // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 41–46. EDN: RHKVQE. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-41-46>

Original article

TESTING OF STRAINS OF RHIZOBIA *B. ELKANII* ON SOY VARIETIES STATNAYA AND Sentyabrinka IN FIELD EXPERIMENTS

Maria V. Yakimenko, Igor Yu. Tatarenko, Arina I. Sorokina, Anfisa V. Chepeleva, Yana S. Gutor

All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russia, yamv@vniisoi.ru

© Якименко М. В., Татаренко И. Ю., Сорокина А. И., Чепелева А. В., Гутор Я. С., 2024

Abstract. The scientific article presents the results of studies on the effectiveness of *B. elkanii* bacterial strains isolated from natural populations of the Far East on soybean varieties bred by the Federal State Budgetary Scientific Research Center of the All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans. The relevance of using symbiotic nitrogen fixation as an alternative to high doses of mineral nitrogen fertilizers to increase soybean productivity is substantiated. During the study, 29 strains of rhizobia were tested on soy varieties Statnaya and Sentyabrinka. The results showed that the use of certain strains significantly increases the yield of soybean biomass: The maximum values were 8.31 t/ha for the Statnaya variety in the variant using the Wu-5 strain and 8.17 t/ha for the Sentyabrinka variety using the FZ-5 strain. The yield of soybean seeds of the Statnaya variety increased to 4.09 t/ha, and the September variety increased to 2.96 t/ha. The highest yield of soybean seeds of the Statnaya variety was achieved in the variant using the Wu-11 strain, with an increase relative to the control by 0.39 t/ha (with an HSR₀₅ of 0.23 t/ha). The strain FZ-5 demonstrated the greatest efficiency when used on soybeans of the Sentyabrinka variety, providing an increase in seed yield by 0.41 t/ha (at HSR₀₅ 0.09 t/ha). The study confirmed the high efficiency of *B. elkanii* strains and became the basis for the use of microbiological fertilizers in agronomic practice. The data obtained can significantly increase interest in the biologization of agriculture, contributing to both the economic and environmental sustainability of agriculture.

Keywords: *B. elkanii*, pure culture, soybean nodule bacteria, strain, efficiency, soybean, variety.

For citation: Yakimenko MV, Tatarenko IYu, Sorokina AI, Chepeleva AV, Gutor YS. Ispytanie shtamov *B. elkanii* na soe sortov Statnaya i Sentyabrinka v polevykh opytakh [Testing of strains of rhizobia *b. elkanii* on soy varieties Statnaya and Sentyabrinka in field experiments]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:4:41–46 (in Russ.). EDN: RHKVQE. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-41-46>

Введение

Использование высоких доз минеральных удобрений, особенно азотных, в последние десятилетия позволило существенно увеличить продуктивность основных сельскохозяйственных культур во многих развитых странах. Тем не менее, наряду с эффективностью их применения возникли проблемы, связанные с негативным воздействием на окружающую среду как в процессе производства, так и при использовании этих удобрений [1–3]. Альтернативой является биологизация земледелия, в частности, использование биологического азота [4, 5].

Положение о высокой эффективности, экономичности, экологической целесообразности использования процессов биологической азотфиксации в хозяйственных целях стало одним из основополагающих для современного земледелия [6–8]. Соя, например, при достаточно благоприятных условиях может до 80 % собственной потребности в азотных соединениях удовлетворять за счёт симбиотической азотфиксации [9, 10]. Нужно отметить, что Дальневосточный соеясеющий регион – единственный в России, где в почвах повсеместно распространены природные популяции клубеньковых бакте-

рий сои. Формирование их в естественно-историческом плане связано с распространением в регионе дикой (уссурийской) сои, а позднее – с систематическим расширением посевов культурной сои [11].

Фактически дальневосточные природные популяции ризобий – это значимый природный ресурс, позволяющий вести отбор наиболее ценных по хозяйственно-полезным свойствам штаммов [12].

Актуальность исследований. Для достижения максимальных урожаев соя нуждается в значительном улучшении режима азотного питания, что возможно как за счёт использования почвенных ресурсов, так и за счёт интенсификации процессов усвоения биологического азота. Одним из ключевых методов для достижения этой цели является бактеризация семян сои высокоэффективными штаммами специфических клубеньковых бактерий. В связи с этим вопрос выделения и отбора новых эффективных штаммов ризобий из дальневосточных природных популяций, а также изучение их свойств для использования в качестве бактериальных удобрений, играющих важную роль в увеличении доли биологического азота, поступающего в растения при предпосевной обработке семян, станет особенно актуальным.

Новизна наших исследований заключается в том, что впервые были изучены хозяйственно полезные свойства чистых культур *B. elkanii*, выделенных из дальневосточных природных популяций, и отобраны штаммы, способные повысить продуктивность сои.

Цель исследований – определение эффективности штаммов *B. elkanii* на сое и выделение наиболее ценных по хозяйственно полезным свойствам культуры для дальнейшего использования при разработке инокулянтов.

Условия, материалы и методы

Объектами исследований являлись чистые культуры *B. elkanii*, выделенные из природных популяций Дальнего Востока, растения сои сортов амурской селекции Сентябринка, Статная.

Полевые опыты проводились на луговой черноземовидной почве в селе Садовое Тамбовского района Амурской области. Площадь учётной делянки составила 2,7 кв. м (длина – 3 м, ширина – 0,9 м). Повторность опыта была четырёхкратной. Семена сои высевали вручную, по 2 семени в каждую точку, с интервалом 10 см и на глубину 4...5 см. Посев осуществлялся широкорядным способом, с расстоянием между рядами 45 см; предшественником сои была пшеница.

В день посева семена сои обрабатывались испытываемыми штаммами из расчёта 100 тысяч клеток бактерий на одно семя. Агротехника возделывания сои в мелкоделяночных опытах включала осеннюю вспашку, боронование почвы, весеннюю культивацию зяби, предсеевное внесение гербицида в почву, повторное боронование, прикатывание гладкими катками и маркирование опытного участка. В течение вегетационного периода проводилась многократная ручная прополка.

Урожай сои с учётной площади убирался вручную по сплошному методу с последующим обмолотом снопов на стационарной молотилке. Расчёт урожайности проводился с учётом 14 %-й влажности и 100 %-й чистоты.

Закладку, проведение полевых опытов, учёт урожая, статистическую обработку данных проводили согласно методике Б. А. Доспехова [13].

Результаты и обсуждение

На луговой черноземовидной почве опытного участка, в 7 полевых опытах на сое новых сортов Статная и Сентябринка селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои изучали эффективность 29 коллекционных штаммов *B. elkanii*.

На сое сорта Статная испытали 18 штаммов ризобий нового вида *B. elkanii* (таблица 1). Урожайность биомассы сои сорта Статная в контроле составляла, в среднем, 7,83 т/га, с колебаниями по вариантам от 5,77 т/га – обработка семян штаммом ФЗ-5 до 8,31 т/га – штаммом Ву-5, семян, в среднем, 3,42 т/га, с колебаниями – от 2,96 т/га в варианте с использованием штамма Вр-31, до 4,09 т/га – штамма Ву-11.

Достоверная прибавка урожайности биомассы сои сорта Статная была получена в вариантах с предпосевной обработкой семян штаммами Ву-5, Ву-9, Ву-11, Ву-12, Ву-22, Ву-25, Ву-30. По сравнению с контролем урожайность биомассы сои в этих вариантах увеличилась на 0,26 т/га (в варианте с использованием штамма Ву-9, при НСР₀₅ 0,22) – 0,92 т/га (в варианте со штаммом Ву-11, при НСР₀₅ 0,22). Штаммы *B. elkanii* Ву-4, Ву-5, Ву-6, Ву-9, Ву-11, Ву-12, Ву-25, Вр-29 достоверно повысили семенную продуктивность сои на 0,11 т/га (в варианте с использованием штамма Ву-6, при НСР₀₅ 0,032) – 0,39 т/га (в варианте с использованием штамма Ву-11, при НСР₀₅ 0,23), по сравнению с контролем. Наибольшая прибавка урожайности семян сои сорта Статная 0,43 т/га (НСР₀₅ 0,09), относительно контроля, была отмечена в варианте с использованием штамма Ву-10.

На сое сорта Сентябринка испытали 11 штаммов ризобий *B. elkanii* (таблица 2). Урожайность биомассы сои сорта Сентябринка в контроле составляла, в среднем, 5,9 т/га, с колебаниями по вариантам от 5,1 т/га – обработка семян штаммом Вр-9 до 8,17 т/га – штаммом Вр-29.

Таблица 1 – Показатели эффективности штаммов *B. elkanii* на сое сорта Статная

Table 1 – Performance indicators of *B. elkanii* strains on Statnaya soybean

№ п/п	Штамм	Урожайность сои, т/га							
		2019 г.		2021 г.		2022 г.		2023 г.	
		Надземная масса растения	Семена	Надземная масса растения	Семена	Надземная масса растения	Семена	Надземная масса растения	Семена
1	Контроль	6,94	3,48	7,68	3,70	7,50	3,39	6,23	3,10
2	ФЗ-5	6,28	3,10	–	–	–	–	5,77	3,13
3	Ву-4	–	–	7,41	3,60	7,15	3,36	–	–
4	Ву-5	6,50	3,20	8,31	3,98	7,50	3,52	–	–
5	Ву-6	–	–	7,52	3,61	7,45	3,5	–	–
6	Ву-8	–	–	7,83	3,83	7,24	3,39	–	–
7	Ву-9	–	–	7,94	4,03	7,29	3,42	–	–
8	Ву-10	–	–	7,74	3,77	–	–	6,71	3,53
9	Ву-11	–	–	8,60	4,09	7,32	3,46	–	–
10	Ву-12	–	–	8,19	3,89	–	–	6,16	3,25
11	Ву-15	–	–	7,85	3,76	–	–	5,99	3,12
12	Ву-22	–	–	8,02	3,84	–	–	6,21	3,13
13	Ву-25	6,45	3,20	7,68	3,66	7,58	3,56	–	–
14	Ву-30	–	–	8,13	3,86	–	–	5,89	3,12
15	Ву-34	–	–	–	–	6,95	3,29	6,11	3,13
16	Вр-24	6,22	3,11	–	–	–	–	5,89	3,11
17	Вр-29	7,18	3,60	–	–	–	–	6,15	3,19
18	Вр-31	6,27	3,15	–	–	–	–	5,94	2,96
НСР ₀₅		0,10	0,07	0,22	0,23	0,02	0,03	0,10	0,09

Таблица 2 – Показатель эффективности штаммов *B. elkanii* на сое сорта Сентябринка

Table 2 – Performance indicators of *B. elkanii* strains on Sentyabrinka soybean

№ п/п	Штамм	Урожайность сои, т/га					
		2019 г.		2020 г.		2023 г.	
		Надземная масса раст.	Семена	Надземная масса раст.	Семена	Надземная масса раст.	Семена
1	Контроль	5,26	2,60	7,32	2,63	5,08	2,55
2	ФЗ-3	5,25	2,70	–	–	5,65	2,77
3	ФЗ-5	–	–	7,49	2,53	6,07	2,96
4	Ву-4	5,34	2,69	–	–	5,69	2,79
5	Ву-6	5,20	2,79	–	–	5,69	2,84
6	Ву-20	5,30	2,69	–	–	6,12	2,87
7	Вр-1	5,41	2,72	8,09	2,87	–	–
8	Вр-9	5,10	2,25	7,78	2,67	–	–
9	Вр-24	–	–	7,83	2,69	5,88	2,86
10	Вр-29	–	–	8,17	2,69	5,65	2,84
11	Вр-31	–	–	7,46	2,64	5,97	2,94
НСР ₀₅		0,08	0,07	0,11	0,07	0,09	0,09

Урожайность семян изучаемого сорта колебалась от 2,25 т/га в варианте со штаммом Вр-9, до 2,96 т/га в варианте с использованием штамма ФЗ-5, в контроле этот по-

казатель, в среднем, составил 2,59 т/га.

Достоверная прибавка урожайности семян сои сорта Сентябринка была получена в вариантах с предпосевной обработкой се-

мян изучаемыми штаммами (ФЗ-3, ФЗ-5, Ву-4, Ву-6, Ву-20, Вр-1, Вр-24, Вр-29, Вр-31). В сравнении с контролем урожайность семян сои в вариантах с инокуляцией увеличилась на 0,12 т/га (штамм Вр-1, при НСР₀₅ 0,07) – 0,39 т/га (штамм Вр-31, при НСР₀₅ 0,09).

Относительно контроля наибольшая прибавка урожайности семян сои сорта Сентябринка – 0,41 т/га (НСР₀₅ 0,09) – была отмечена в варианте с использованием штамма ФЗ-5.

Выводы

В результате проведения полевых экспериментов на луговой черноземовидной почве в период с 2019 по 2023 годы была тщательно изучена эффективность коллекционных штаммов *Rhizobium*, в частности, *B. elkanii*, на различных сортах сои, выведенных ВНИИ сои, таких как Статная и Сен-

тябринка. В ходе мелкоделяночных опытов была выявлена значительная вариабельность урожайности семян сои, которая колебалась по вариантам от 2,96 до 4,09 т/га для сорта Статная и от 2,25 до 2,96 т/га для сорта Сентябринка.

Наибольшая урожайность семян сои была зарегистрирована в 2021 году – 4,09 т/га, при использовании штамма Ву-11 на сое сорта Статная. Этот результат подтверждает высокую продуктивность данного штамма в сочетании с культурой. Анализ полученных данных указывает на необходимость дальнейших исследований в этой области, с целью выявления и отборов наиболее эффективных микробных культур, что могло бы значительно повысить урожайность сои и, соответственно, эффективность сельскохозяйственного производства в целом.

Список источников

1. The Haber Process. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.chemguide.co.uk/physical/equilibria/haber.html>. Загл. с экрана. (Дата обращения: 30. 03. 2020).
2. Yang J., Lan L., Jin Y., Yu N., Wang D., Wang E. Mechanisms underlying legume-rhizobium symbioses // *Journal of Integrative Plant Biology*. 2022. № 64 (2). P. 244–267. <https://doi.org/10.1111/jipb.13207>
3. Биоразнообразия симбиозов, образуемых клубеньковыми бактериями *Rhizobium leguminosarum* с бобовыми растениями галегоидного комплекса / О. П. Онищук, О. Н. Курчак, А. К. Кимеклис, Т. С. Аксенова, Е. Е. Андронов, Н. А. Проворов // *Сельскохозяйственная биология*. 2023. № 58 (1). С. 87–99. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2023.1.87eng>
4. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия / А. Ф. Степанов, С. П. Чибис, В. В. Христинич, С. Н. Александрова, С. Ю. Храмов // *Земледелие*. 2023. № 1. С. 18–22. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-1-18-22>
5. Фарниев А. Т. Козырев А. Х., Сабанова А. А. Почвенная микробиология: учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2024. 140 с.
6. Faligowska A., Kalembasa S., Kalembasa D., Panasiewicz K., Szymańska G., Ratajczak K., Skrzypczak G. The nitrogen fixation and yielding of pea in different soil tillage systems // *Agronomy*. 2022. Vol. 12(2). № 352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>
7. Дубинкина Е. А., Шабалкин А. В., Макаров М. Р. Изучение обработки семян и растений сои инокулянтами и микробиологическими удобрениями в Центральном Черноземье // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2023. № 1(45). С. 50–58. <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-1-50-58>
8. Smirnova I. E., Babaeva Sh. A., Fayzulina E. R., Tatarkina L. G., Spankulov G. A. Isolation of nodule bacteria promising for growing soybean culture // *Microbiology virology*. 2022. № 2(37). P. 32–40.
9. Garcia M. V. C., Nogueira M. A., Hungria M. Combining microorganisms in inoculants is agronomically important but industrially challenging: case study of a composite inoculant containing *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* for the soybean crop // *AMB Express*. 2021. Vol. 11. № 71. <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01230-8>
10. Якименко М. В., Бегун С. А. Основные направления исследований дальневосточных природных популяций ризобий // *Вестник ДВО РАН*. 2016. № 2. С. 45–49. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wjzopj&ysclid=m4qeo0m19c804534867>
11. Система земледелия Амурской области / отв. ред. В. А. Тильба. Благовещенск: ПКИ «Приамурье», 2003. 304 с.
12. Доросинский Л. М., Загорье И. В., Новикова А. Т., Лазарева Н. М. Штамм клубеньковых бактерий сои *Rhizobium japonicum* 646 – активный симбиотический азотфиксатор. Авторское свидетельство № 491695. 1975. ВНИИСХМ. 2 с.
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов

исследований. Москва: Агропромиздат, 2013. 349 с.

References

1. *The Haber Process*. Available from: <https://www.chemguide.co.uk/physical/equilibria/haber.html>. Загл. с экрана. [Accessed 30 March 2020]. (in Eng.)
2. Yang J, Lan L, Jin Y, Yu N, Wang D, Wang E. Mechanisms underlying legume-rhizobium symbioses. *Journal of Integrative Plant Biology*. 2022;64:2: 244–267. (in Eng.). <https://doi.org/10.1111/jipb.13207>
3. Onishchuk OP, Kurchak ON, Kimeklis AK, Aksenova TS, Andronov EE, Provorov NA. Bioraznoobrazie simbiozov, obrazuemykh kluben'kovymi bakteriyami Rhizobium leguminosarum с bобовыми растениями galegoidnogo kompleksa [Biodiversity of symbioses, isolated groups of bacteria Rhizobium leguminosarum with legumes of organic origin]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. Agricultural Biology*. 2023;58:1:87–99. (in Russ.). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.1.87eng>
4. Stepanov AF, Chibis SP, Khristich VV, Alexandrova SN, Khramov SYu. Azotfiksiruyushchaya sposobnost' i rol' bобovykh trav v biologizatsii zemledeliya [Nitrogen-fixing ability and the role of legumes in the biologization of agriculture]. *Zemledelie. Agriculture*. 2023;1:18-22. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-1-18-22>
5. Farniev AT, Kozyrev AKH, Sabanova AA. *Pochvennaya mikrobiologiya: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Soil microbiology: a textbook for universities]. 2nd ed., revised. Saint Petersburg: Lan, 2024;140 p. (in Russ.).
6. Faligowska A, Kalembasa S, Kalembasa D, Panasiewicz K, Szymańska G, Ratajczak K, Skrzypczak G. The nitrogen fixation and yielding of pea in different soil tillage systems. *Agronomy*. 2022;12:2:352. (in Eng.). <https://doi.org/10.3390/agronomy12020352>
7. Dubinkina EA, Shabalkin AV, Makarov MR. Izuchenie obrabotki semyan i rastenii soi inokulyantami i mikrobiologicheskimi udobreniyami v Tsentral'nom Chernozem'e [Studying the treatment of soybean seeds and plants with inoculants and microbiological fertilizers in the Central Chernozem region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury. Legumes and cereals*. 2023;1:45:50–58. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2023-1-50-58>
8. Smirnova IE, Babaeva ShA, Fayzulina ER, Tatarkina LG, Spankulov GA. Isolation of nodule bacteria promising for growing soybean culture. *Microbiology virology*. 2022;2:37:32–40. (in Eng.)
9. Garcia MVC, Nogueira MA, Hungria M. Combining microorganisms in inoculants is agronomically important but industrially challenging: case study of a composite inoculant containing Bradyrhizobium and Azospirillum for the soybean crop. *AMB Express*. 2021;11:71:10. (in Eng.). <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01230-8>
10. Yakimenko MV, Begun SA. Osnovnye napravleniya issledovaniy dal'nevostochnykh prirodnykh populyatsii rizobii [The main directions of research of the Far Eastern natural populations of rhizobia]. *Vestnik DVO RAN. Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2016;2:45–49. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wjzopj&ysclid=m4qeo0m19c804534867>
11. Tilba VA. (eds.) *Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti* [The system of agriculture of the Amur region]. Blagoveshchensk: Priamurye Scientific Research Institute, 2003;304 p. (in Russ.).
12. Dorosinsky LM, Zagorye IV, Novikova AT, Lazareva NM. Shtamm kluben'kovykh bakterii soi Rhizobium japonicum 646 – aktivnyi simbioticheskii azotfiksator. Avtorskoe svidetel'stvo [Strain of nodule bacteria of soybean Rhizobium japonicum 646 is an active symbiotic nitrogen fixator. Copyright certificate No. 491695]. 1975;2 p. VNIISHM. (in Russ.).
13. Dospikhov BA. *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results]. Moscow: Agropromizdat, 2013;349 p. (in Russ.).

Информация об авторах

М. В. Якименко – канд. биол. наук, вед. науч. сотр.;
И. Ю. Татаренко – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.;
А. И. Сорокина – канд. ветеринар. наук, вед. науч. сотр.;
А. В. Чепелева – мл. науч. сотр.;
Я. С. Гутор – лаборант-исследователь.

Information about the authors

M. V. Yakimenko – Ph.D. in Biological Sciences, Leading Research Associate;
I.Y. Tatarenko – Ph.D. in Agricultural Sciences, Senior Research Associate;
A. I. Sorokina – Ph.D. in Veterinary Sciences, Leading Research Associate;
A. V. Chepelava – Junior Research Associate;
Y. S. Gutor – Research Laboratory Assistant.

**Статья поступила в редакцию 15.11.2024;
одобрена после рецензирования 20.11.2024;
принята к публикации 22.11.2024**

**The article was submitted 15.11.2024;
approved after reviewing 20.11.2024;
accepted for publication 22.11.2024**

Научная статья

УДК 577.15:632.4:635.655

EDN: RZALKO

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-47-55>**ОТВЕТНАЯ РЕАКЦИЯ ЗАРАЖЁННЫХ ЦЕРКОСПОРОЗОМ ПРОРОСТКОВ СОИ НА ДЕЙСТВИЕ ФУНГИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ С УЧАСТИЕМ МАЛАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ****Виктория Александровна Кузнецова¹, Анастасия Андреевна Блинова²,
Илья Борисович Огурцов³, Любовь Егоровна Иваченко³**

¹ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова, Дальневосточная опытная станция, г. Владивосток, Россия, kuzvika3385@yandex.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, baa@vniisoi.ru

³ Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск, Россия, ivachenkrog@yandex.ru, ilya_borisovich.93@mail.ru

Аннотация. *Cercospora sojina* Hara является одним из основных грибковых заболеваний, снижающих рентабельность выращивания сои. Вред, причиняемый этой болезнью, выражается в снижении урожайности, а также в появлении устойчивых к химическим фунгицидам штаммов грибных фитопатогенов. Необходимость поиска альтернативных стратегий защиты обусловлена несовершенством существующих методов. В этой связи возможно использование природных фунгицидов, которые не только борются с заболеваниями растений, но и активируют естественные механизмы устойчивости растений в ответ на воздействие биотических факторов.

Одной из таких групп веществ являются биологически активные соединения, получаемые посредством экстракции растительного сырья. Также важными являются микробиологические препараты на основе активных штаммов. Эти средства комплексно положительно влияют на растения, способствуя развитию физиологических адаптаций, а также эффективно борются с заболеваниями благодаря высокой фунгицидной активности.

В рамках проведённого исследования была оценена малатдегидрогеназная активность и проведена биометрическая оценка проростков, заражённых грибной инфекцией *C. sojina* Hara, семена которых предварительно обрабатывались различными фунгицидными препаратами. Отбор семенного материала осуществлялся путём визуального отбора по морфологическим признакам. Активность малатдегидрогеназы определялась спектрофотометрическим методом, а электрофоретические спектры исследуемого фермента анализировались методом электрофореза на 8-процентном полиакриламидном геле с использованием соответствующих гистохимических методов. В результате проведённых исследований было установлено, что экстракт коры лиственницы проявляет наибольшую фунгицидную активность, не уступая по своей эффективности таким исследуемым химическим протравителям, как «Максим», «Экселент» и ТМТД. В ходе экспериментов наблюдалось повышение всхожести семян сои до 92 %, средняя высота проростков составила 42 см, корневая система развивалась активно, и было выявлено наличие двух дополнительных минорных форм малатдегидрогеназы, обладающих средней электрофоретической подвижностью 0,43 и 0,52. Удельная активность этой ферментной системы составила 12,83 единицы на миллиграмм белка. Кроме того, была обнаружена одна дополнительная минорная форма в варианте с Биофунгином, имеющая значение Rf 0,85, что, вероятно, можно объяснить спецификой взаимодействия между растением и грибом при инокуляции семян сои грибом вида *Trichoderma viride*.

Ключевые слова: соя, *Cercospora sojina* Hara, малатдегидрогеназа, удельная активность, множественные формы, фунгицидные препараты, экстракт коры лиственницы, экстракт коры берёзы, *Trichoderma Viride*, ТМТД, «Максим», «Экселент».

Для цитирования: Кузнецова В. А., Блинова А. А., Огурцов И. Б., Иваченко Л. Е. Ответная реакция заражённых церкоспорозом проростков сои на действие фунгицидных препаратов с участием малатдегидрогеназы // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 47–55. EDN: RZALKO. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-47-55>

© Кузнецова В. А., Блинова А. А., Огурцов И. Б., Иваченко Л. Е., 2024

Original article

RESPONSE OF CERCOSPOROSIS-INFECTED SOYBEAN SEEDLINGS TO FUNGICIDAL AGENTS MALATE DEHYDROGENASE IN RESPONSE TO FUNGICIDAL AGENTS

Victoria A. Kuznetsova¹, Anastasia A. Blinova², Ilya B. Ogurtsov³, Lyubov E. Ivachenko³

¹ N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Far East Experimental Station, Vladivostok, Russia, kuzvika3385@yandex.ru

² All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russia, baa@vniisoi.ru

³ Blagoveshchensk state pedagogical university, Blagoveshchensk, Russia, ivachenko-rog@yandex.ru, ilya_borisovich.93@mail.ru

Abstract. *Cercospora sojina* Hara is one of the major fungal diseases that reduce the profitability of soybean cultivation. The damage caused by this disease, yield reduction, as well as the emergence of fungal phytopathogen strains resistant to chemical fungicides and the imperfection of available protection measures dictate the need to search for alternative strategies. For these purposes, it is possible to use natural fungicides, which fight plant disease and at the same time mobilise natural plant resistance mechanisms in response to biotic factors. One of such substances are biologically active substances obtained by extraction of plant raw materials, as well as microbiological preparations based on active strains. They have a complex positive effect on plants, contributing to the emergence of physiological adaptations, as well as effectively fight the disease, having high fungicidal activity. Malate dehydrogenase activity and biometric evaluation of seedlings infected with fungal infection of *C. sojina* Hara whose seeds were treated with different fungicidal preparations were studied. Seed material was selected by visual selection based on morphological characters. Malate dehydrogenase activity was determined by spectrophotometric method. Electrophoretic spectra of the investigated enzyme were detected by electrophoresis on 8 per cent polyacrylamide gel plates by the corresponding histochemical method. As a result of the research it was obtained that the greatest fungicidal activity was shown by larch bark extract, which was not inferior in efficiency to the studied chemical dressing agents Maxim, Excelent and TMTD. The germination of soybean seeds increased up to 92 %, the average height of seedlings was 42 cm, the root system developed well and 2 additional MFs of malate dehydrogenase appeared with an average electrophoretic mobility of 0.43 and 0.52, and its specific activity was 12.83 units/mg protein. One additional minor form was detected in the variant with Biofungin with Rf 0.85, which is probably due to the specificity of the relationship between the plant and the fungus when soybean seeds are inoculated with the fungus of *Trichoderma Viride* species.

Keywords: soybean, *Cercospora sojina* Hara, malate dehydrogenase, specific activity, multiple forms, fungicidal preparations, larch bark extract, birch bark extract, *Trichoderma viride*, TMTD, Maxim, Excelent.

For citation: Kuznetsova VA, Blinova AA, Ogurtsov IB, Ivachenko LE. Otvetnaya reaktsiya zarazhennykh tserkosporozom prorostkov soi na deistvie fungitsidnykh preparatov s uchastiem malatdegidrogenazy [Response of cercosporosis-infected soybean seedlings to fungicidal agents malate dehydrogenase in response to fungicidal agents]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:4:47–55 (in Russ.). EDN: RZALKO. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-47-55>

Введение

Главным приоритетом в выращивании сельскохозяйственных культур является получение высоких и стабильных урожаев. Урожайность сои во многом зависит от степени поражения болезнями возделываемых сортов.

На Дальнем Востоке соя является высокопродуктивной культурой, и её посевы преобладают в севообороте всех хозяйств региона. Увеличение производства зерна этой культуры осуществляется за счёт рас-

ширения посевных площадей и повышения урожайности. При этом степень поражаемости сои болезнями варьируется от 20 до 100 % в зависимости от устойчивости сорта, агрессивности возбудителей болезней, климатических условий и применяемой агрономической практики.

Одной из основных проблем современного растениеводства остается устойчивость растений к болезням и вредителям. Этот факт в своих трудах отмечал ещё Н. И. Вавилов, который подчеркивал значимость

общей проблемы иммунитета для задач селекции. Он акцентировал внимание на том, что решающим методом в борьбе с болезнями растений является создание иммунных сортов, основанных на использовании природного иммунитета возделываемых растений, а также их диких сородичей из мирового генофонда. С тех пор, как Н. И. Вавилов обратил внимание на эту проблему, её актуальность не только не снизилась, но и значительно возросла. В настоящее время наблюдается значительный рост числа патогенных организмов и ухудшение экологической составляющей сельскохозяйственных ландшафтов как в России, так и за рубежом.

В посевах сои широко распространены микозы, бактериозы, несколько видов вирусных заболеваний. Доминирующими фитопатогенами являются возбудители септориоза (*Septoria glycines* T. Hemmi. Syn.), церкоспороза (*Cercospora sojae* Hara), пурпурного церкоспороза (*Cercospora kikuchii* (Matsuet Tomoyasu) Yarn), пероноспороза (*Peronospora manshurica* (Naum.) Syd. Syn.), бактериальной угловатой пятнистости (*Pseudomonas glycineum* Coerper) и корневых гнилей (*Fusarium solani* (Mart.); *Rhizoctonia solani* Kuehn; *Ascochyta sojaecola* Abramof. Syn.) [3, 5].

Церкоспороз, или округлую серую пятнистость, вызывает возбудитель – гриб *Cercospora sojae*, поражающий все надземные органы сои. Болезнь прогрессирует вверх по растению, достигая массового развития к концу цветения и в фазу налива бобов сои. При сильном развитии болезни урожай снижается до двух раз, уменьшается содержание масла и белка в зерне [3, 6].

Устойчивость растений к болезням связана со сложной системой их морфофизиологических особенностей. Они могут не подвергнуться заболеванию, поскольку фенофазы и цикл развития фитопатогена не совпадают. Устойчивость или слабая поражаемость могут быть обусловлены анатомическими особенностями строения листа, стебля, цветка и т.д. Очень часто устойчивость определяется физиологическими и биохимическими свойствами растений. Нередко защитные механизмы обусловле-

ны комбинацией различных признаков и свойств устойчивости [3, 7].

Одним из эффективных способов защиты растений от болезней является применение химических фунгицидов, при этом проводится изначально предпосевная обработка семян, призванная не только защитить всходы от фитопатогенов и фитофагов, но и стимулировать ростовую активность, определяющую продуктивность культуры [8]. Однако для экологически устойчивой агрономии, не использующей химические фунгициды, а также в плане развития органического земледелия большой интерес могут представлять новые натуральные биостимуляторы, обладающие фунгицидным действием и способные защитить растения от прогрессирующего заболевания, повысив урожайность сои.

Биохимическую реакцию на уровне заражённых проростков сои можно оценивать путём измерения активности малатдегидрогеназы (МДГ, КФ 1.1.1.37), которая состоит из двух субъединиц, имеет молекулярную массу 65...70 кДа и локализуется в митохондриальной и цитоплазматической фракциях клеток. Малатдегидрогеназа катализирует обратимую реакцию окисления яблочной кислоты (малата) до щавелевоуксусной кислоты (оксалоацетата). Исследование активности фермента позволяет выявить его роль в переносе восстановленных соединений, в частности, малата, через митохондриальную мембрану, установить функционирование челночного механизма с участием малата, который способен регулировать соотношение окисленных и восстановленных форм НАД⁺ в митохондриальном и цитозольном компартментах клетки и регулировать соотношение концентраций восстановленных пиридиновых нуклеотидов и оксалоацетата. Кроме того, МДГ участвует в иницировании начальных этапов глюконеогенеза, обеспечивая фосфоенолпируваткарбоксихиназную реакцию субстратом [9]. Нами установлено, что на ранних стадиях онтогенеза, при переходе от состояния покоя к прорастанию происходят значительные изменения активности оксидоредуктаз, в том числе при инфицировании септориозом, но мало ис-

следована роль малатдегидрогеназы в условиях биотического стресса [10, 11].

Цель исследования – изучение ответной реакции проростков сои сорта Даурия, заражённых церкоспорозом, на действие фунгицидных препаратов с участием фермента малатдегидрогеназы.

Условия, материалы и методы

Объектом исследования явились проростки сои сорта Даурия селекции ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» (ФНЦ ВНИИ сои), подверженные воздействию грибковой инфекции *S. sojae* и обработанные следующими фунгицидными препаратами: 1 – контроль (зараженные семена), 2 – «Биофунгин» (на основе гриба штамма *Trichoderma Viride*, штамм АмТ-23), 3 – экстракт лиственничной коры (д. в. – проантоцианидины), 4 – фунгицидный препарат ТМТД (д. в. – тирам), 5 – фунгицидный препарат «Максим» (д. в. – флудиоксонил), 6 – фунгицидный препарат Экселент (д. в. – клотианидин, зета-циперметрин), 7 – экстракт коры березы (д. в. – бетулин), 8 – экстракт чаги (д.в. – хромогенный комплекс). Семенной материал, заражённый грибковой инфекцией *S. sojae*, собран в 2023 г., проводился путём визуального отбора семенного материала по следующим морфологическим признакам: наличие на семенах неправильно-округлых, выпуклых, коричнево-серых пятен с резко выраженным бурым ободком или с расплывчатыми краями [12, 13].

Для получения экстракта растворимых белков соевых семян, навеску материала массой 0,5 г гомогенизировали и экстрагировали в фарфоровых ступках с 15 мл раствора 0,15 М хлорида натрия в течение 15 мин. при температуре 0...5 °С, затем центрифугировали в течение 15 мин. при 3000 об/мин. После центрифугирования осадок отбрасывали, а в надосадочной жидкости определяли содержание белка и активность малатдегидрогеназы. Содержание белка определяли по методу Лоури на спектрофотометре ПЭ-5400УФ при длине волны 750 нм напротив контроля в кюветках с толщиной поглощающего слоя 1 см [14].

Для определения активности малатдегидрогеназы использовался спектрофотометрический метод [15]. Этот метод основан на катализе обратимой реакции окисления яблочной кислоты (малата) до щавелевоуксусной кислоты (оксалоацетата) [9]. Удельную активность малатдегидрогеназы определяют по изменению оптической плотности при длине волны 340 нм, регистрируя данные ежесекундно в течение 3 мин.

Расчёт удельной активности малатдегидрогеназы (МДГ) в относительных единицах на мг белка проводится по следующей формуле:

$$A_{\text{МДГ}} = (\Delta D \times V / (K \times t)) / C_{\text{белка}} \quad (1)$$

где ΔD – величина светопоглощения ($D_2 - D_1$) за время, усл. единицы;

V – конечный объём пробы в кювете, мл;

K – коэффициент молярной экстинкции ($6,22 \times 10^6$ моль⁻¹ см²);

t – время реакции, мин.;

$C_{\text{белка}}$ – содержание белка в пробе, мг.

Удельную активность МДГ (ед/мг белка) измеряли в двух биологических и трёх аналитических повторностях.

Электрофоретические спектры исследуемого фермента проводили методом электрофореза на пластинах с 8-процентным полиакриламидным гелем в камере для вертикального электрофореза Mini-PROTEAN Tetra (Bio-Rad) при 4 °С, применяя напряжение 120...140 В в концентрирующем геле и 180 В – в разделяющем [14, 16].

Визуализацию множественных форм малатдегидрогеназы проводили соответствующим гистохимическим методом [15]. После электрофореза гели промывали дистиллированной водой, а затем гели вносили в инкубационную среду, содержащую 6 мл трис НСl-буферного раствора (рН 7,8); 5 мг/мл малата натрия; 0,1 мл НАД+ (2 мг/мл) и 2 мг/мл нитротетразолиевого синего (НСТ). Затем гели с инкубационной смесью помещали в термостат (при температуре 37...40 °С) на 30 мин. По окончании инкубации вносили 0,2 мг/мл N-метилфеназинмето-

сульфата (ФМС) и вновь помещали в термостат до проявления зон активности фермента в виде фиолетовых полос на бесцветном фоне геля [15].

Для выявленных множественных форм (МФ) фермента определяли значения его относительной электрофоретической подвижности (Rf) и строили схемы энзимограмм.

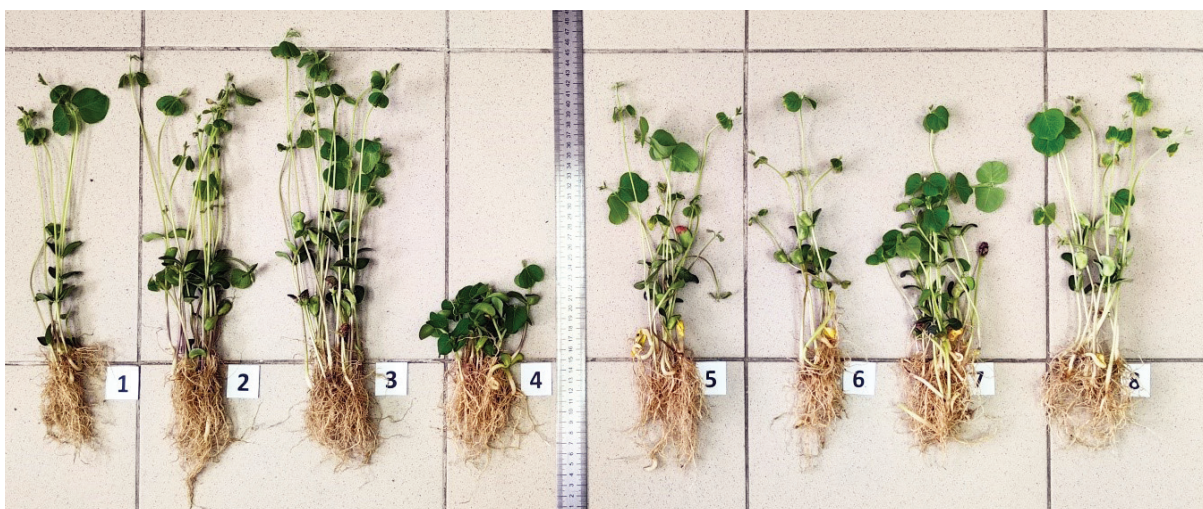
Обработка результатов исследования выполнена с использованием статистической программы STATISTICA 10, графическое представление данных – с помощью программного обеспечения Excel (2010).

Результаты и обсуждение

Анализ биометрических характеристик и визуальный осмотр исследуемых образцов показал наличие заболевания церкоспорозом

во всех проростках, выраженное в низкой всхожести (38 % в контроле и 52...92 % при обработке препаратами) и в значительном увядании (рисунок 1). На некоторых образцах присутствовали коричневые пятна с тёмно-бурой окантовкой, которые располагались около главных листовых жилок.

Исключение составили образцы в варианте, обработанные фунгицидным препаратом ТМТД, в которых всхожесть составила 95 %, отсутствовали визуальные признаки заболевания, была хорошо развита корневая система, но оказалась сильно подавлена ростовая активность. Проростки были мощные, но гораздо ниже проростков в остальных вариантах опыта, в среднем высота была снижена в 2...3 раза (высота составила в среднем 18 см).



1 – контроль (зараженные семена), 2 – Биофунгин, 3 – экстракт лиственничной коры, 4 – ТМТД, 5 – «Максим», 6 – «Экселент», 7 – экстракт коры берёзы, 8 – экстракт чаги

1 – control (infected seeds), 2 – Biofungin, 3 – larch bark extract, 4 – TMTD, 5 – Maxim, 6 – Excellent, 7 – birch bark extract, 8 – chaga extract

Рисунок 1 – Биометрические показатели проростков сои, заражённых церкоспорозом и обработанных фунгицидными препаратами

Figure 1 – Biometric parameters of soybean sprouts infected with cercospora and treated with the fungicidal preparations

Самые высокие и мощные проростки были в варианте опыта с обработкой экстрактом лиственничной коры. Всхожесть при этом составила 92 %, высота растений 42 см, листья были насыщенного зелёного окраса, практически отсутствовали визуальные признаки заболевания. Можно пред-

положить, что экстракт коры лиственницы проявляет явное фунгицидное действие и может составить альтернативу химическим протравителям, не вызывая стрессовое состояние у проростков сои, которое явно проявляется в варианте опыта с ТМТД (рисунок 1).

В седьмом варианте эксперимента, в образцах, заражённых церкоспорозом и обработанных экстрактом коры берёзы, проростки сои оказались не такими высокими, как при обработке экстрактом коры лиственницы. Однако всхожесть составила 90 %, проростки были правильно развиты, не наблюдалось явных признаков заболевания, корневая система развилась хорошо, а листья имели насыщенный зелёный цвет. Это указывает на то, что данный экстракт можно рассматривать как биологический фунгицид, который также может быть использован в борьбе с церкоспорозом сои.

В варианте опыта с препаратом «Биофунгин» также была выявлена высокая фунгицидная активность, что проявилось в высокой всхожести (87 %), мощной корневой системе, хорошо развитых проростках насыщенного тёмно-зелёного цвета и отсутствии признаков заболевания. Эти результаты обосновывают необходимость дальнейших полевых исследований и возможной регистрации этого препарата в Российской Федерации в качестве биологического фунгицида (рисунок 1).

В вариантах эксперимент с химическими фунгицидами «Максим» и «Экселент»

были зарегистрированы средняя всхожесть (51 % и 39 % соответственно) и визуальное наличие признаков заболевания. Эти факторы позволяют предположить недостаточную эффективность указанных фунгицидов против исследуемого заболевания.

Анализ удельной активности малатдегидрогеназы в проростках сои, заражённых церкоспорозом, показал самые высокие значения в диапазоне 12,83...13,55 ед/мг белка в вариантах опыта с ТМТД и «Максимом» (рисунок 2А), что, скорее всего, связано с сильным фунгицидным действием данных препаратов и высокой отзывчивостью проростков на их действие. Самое низкое значение активности обнаружено в образцах проростков сои, обработанных экстрактом коры берёзы, значение которого составило 8,54 ед/мг белка, что ниже контрольных образцов заражённых проростков (10,18 ед/мг белка), что может характеризовать низкую отзывчивость исследуемых образцов. Во всех исследуемых образцах обнаружены по четыре МФ с Rf, равной 0,08; 0,7; 0,82 и 0,92, что связано со стабильностью данных форм и их устойчивостью к заболеванию семян сои церкоспорозом (рисунок 2Б).

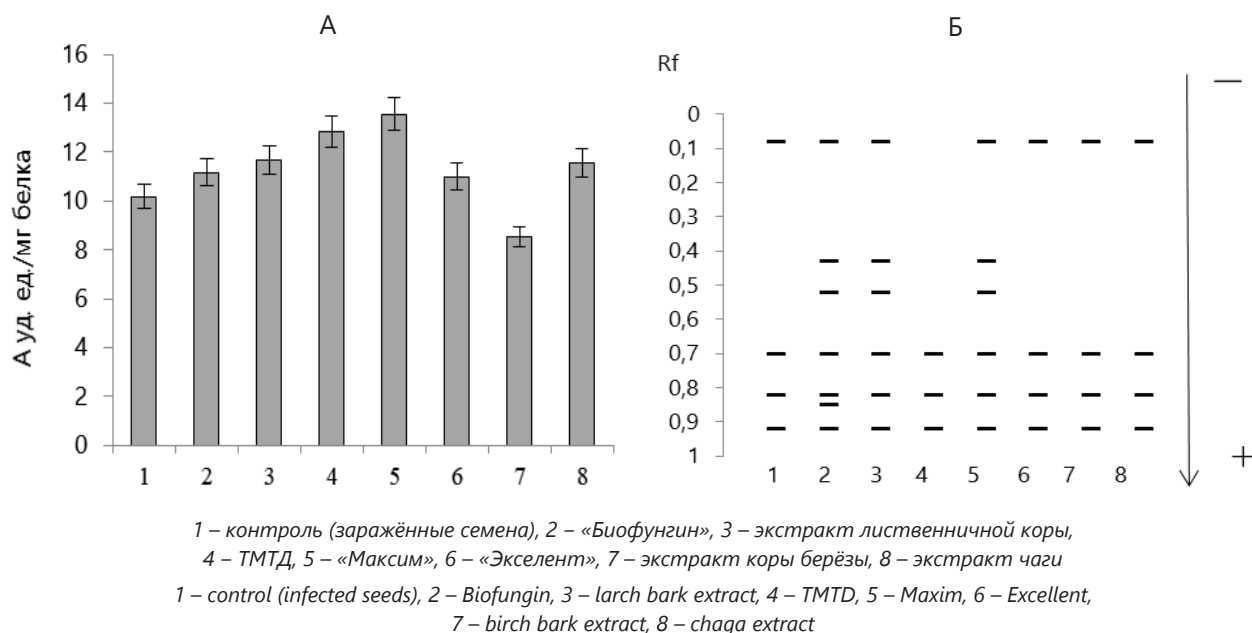


Рисунок 2 – Удельная активность (А) и схема энзимогрaмм (Б) МДГ проростков сои, заражённых церкоспорозом и обработанных фунгицидными препаратами

Figure 2 – Specific activity (A) and enzyme diagram (B) of MDH of soybean seedlings infected with cercospora and treated with the fungicidal preparations

В ходе эксперимента на проростках, семена которых были обработаны «Биофунгином», экстрактом коры лиственницы и фунгицидом «Максим», было обнаружено по две дополнительных формы фермента МДГ с одинаковой средней электрофоретической подвижностью, равной 0,43 и 0,52. Это, вероятно, указывает на фунгицидное действие препаратов на физиологическом уровне, а также на увеличение устойчивости проростков к рассматриваемому патогену благодаря обработке семян этими средствами.

Также была выявлена одна дополнительная минорная форма МДГ в варианте с «Биофунгином», с Rf, равным 0,85. Это, скорее всего, связано со спецификой взаимодействия между растением и грибом при инокуляции семян сои грибом *Trichoderma viride*.

Выводы

На основании полученных данных можно сделать вывод, что изученные препараты по-разному влияют на патоген *Cercospora sojina* Naga в семенах сои. Наибольшую эффективность показал фунгицид ТМТД, который увеличил всхожесть до 95 %, однако его воздействие негативно сказалось на ростовой активности проростков. В качестве альтернативных препаратов могут быть использованы исследованные природные экстракты, среди которых экстракт коры лиственницы продемонстрировал наивысшую фунгицидную активность, значительно улучшив биометрические показатели и визуально снизил уровень заражённости проростков сои. Кроме того, он повысил всхожесть до 92 %. Биохимическая оценка также показала появление двух дополнительных форм МДГ.

Список источников

1. Рубанова М. Ю., Курилова Д. А. Влияние предпосевного протравливания семян сои химическими фунгицидами на распространённость пурпурного церкоспороза // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: Сборник материалов 12-й Международной конференции молодых учёных и специалистов, Краснодар, 01–03 марта 2023 года. Краснодар: Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта», 2023. С. 226–230. <https://doi.org/10.25230/conf12-2023-226-230>
2. Синеговская В. Т. Научное обеспечение эффективного развития селекции и семеноводства сои на Дальнем Востоке // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 374–380. <https://doi.org/10.18699/VJ21.040>
3. Торопова Е. Ю., Колесникова Т. П., Царькова М. Ф. Листостеблевые болезни сои на сортах разных групп спелости в условиях Амурской области // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2024. № 3 (72). С. 104–112. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-104-112>
4. Фокина Е. М., Разанцевей Д. Р. Селекция на повышение иммунитета при создании новых сортов сои // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4 (193). С. 30–37. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-4-30-37>
5. Семенова Е. А., Колесникова Т. П. Использование фунгицидных протравителей при выращивании сои в Амурской области // Защита и карантин растений. 2023. № 2. С. 10–13. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2023_2_10
6. Заостровных В. И., Кадулов А. А. Селекционная ценность сортообразцов сои различных групп спелости для условий лесостепи Кемеровской области // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2019. № 22. С. 136–146. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wqczwrh&ysclid=m4qezpr4th496960086>
7. Устойчивость культурной и дикой сои при искусственном заражении патогеном *Septoria glycines Hemmi* / Г. Н. Веремейчик, Е. В. Бродовская, Е. С. Бутовец, Л. М. Лукьянчук // Дальневосточный аграрный вестник. 2020. № 4 (56). С. 5–11. <http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14041>
8. Торопова Е. Ю., Каменев И. А. Предпосевная подготовка семян сои в лесостепи Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2022. № 2. С. 10–16. https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_2_10
9. Практикум по биохимии сельскохозяйственной продукции: учеб. пособие для вузов / В. В. Рогожин, Т. В. Рогожина // Санкт-Петербург: ГИОРД, 2016. 480 с. ISBN 978-5-98879-172-0
10. Активность оксидоредуктаз семян и проростков сои в условиях грибковой инфекции *Septoria glycines Hemmi* / В. А. Кузнецова, А. А. Блинова, О. Н. Тарасова, Л. Е. Иваченко // Аграрный вестник

Урала. 2020. № 7 (198). С. 47–55. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-198-7-47-55>

11. Огурцов И. Б., Иваченко Л. Е., Кузнецова В. А. Активность оксидоредуктаз проростков сои на ранней стадии онтогенеза // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 12. С. 35–44. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-4>

12. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов, М. Ф. Летова; под общ. ред. М. К. Хохрякова // Санкт-Петербург: Лань, 2003. 592 с. ISBN: 5-8114-0479-4. URL: <https://djvu.online/file/ct0QhiFLjclJW?ysclid=m4qf2q1sik125955311>

13. Пересыпкин В. Ф. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. для вузов. Москва: Агропромиздат, 1989. 479 с. ISBN: 5-10-000292-1. URL: https://vk.com/doc272923737_337693764?hash=HTkrowbiNn1Og-zOqktYp7zsgRwXLPeQzbv8XgdEyqMD&dl=AgrPToTBz67FZtZtw3GCeEXvDjWxDgG3Vfs4YDTpeT

14. Молекулярная биология. Практикум: учебное пособие для вузов / А. С. Коничев, И. Л. Цветков, А. Б. Комаров, Т. Н. Шамшина, А. П. Попов; под редакцией А. С. Коничева. Москва: Издательство Юрайт, 2024. 169 с. ISBN 978-5-534-12544-3.

15. Методы изучения полиморфизма ферментов сои: учебное пособие / Л. Е. Иваченко, В. А. Кашина, Е. С. Маскальцова, В. И. Разанцев, Е. М. Стасюк, И. А. Трофимцова; под редакцией Л. Е. Иваченко. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. 142 с. URL: https://vk.com/doc89820209_455869627?hash=QCZMCX-wFEaC1qut9yl6IHJ0UGWZYmq5j5ID9oo3iOzz&dl=JkuA72ljLkF3NVRxHuO7MWhTtkzoZ7VdUZaUL57JWDo

16. Стручкова И. В., Кальясова Е. А. Теоретические и практические основы проведения электрофореза белков в полиакриламидном геле: Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. 60 с. URL: <https://www.docdroid.net/RRwMI-Of/struchkova-kalyasova-pdf>

References

1. Rubanova MYu, Kurilova DA. Vliyaniye predposevnogo protravlivaniya semyan soi khimicheskimi fungitsidami na rasprostranennost' purpurnogo tserkospoza [Effect of pre-sowing treatment of soybean seeds with chemical fungicides on the prevalence of purple cercospora blight]. *Aktual'nyye voprosy biologii, seleksii, tekhnologii vozdeyvaniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: Sbornik materialov 12-y Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchonykh i spetsialistov, Krasnodar, 01–03 Marta 2023. Current issues in biology, breeding, technology of cultivation and processing of agricultural crops: Collection of materials from the 12th International Conference of Young Scientists and Specialists, Krasnodar, March 01–03, 2023. Krasnodar: Federal'nyy nauchnyy tsentr «Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut maslichnykh kul'tur imeni VS. Pustovoyta», 2023. Krasnodar: Federal Research Center «All-Russian Research Institute of Oil Crops named after VS. Pustovoyta», 2023;226–230. (in Russ.). <https://doi.org/10.25230/conf12-2023-226-230>*

2. Sinegovskaya VT. Nauchnoe obespechenie effektivnogo razvitiya seleksii i semenovodstva soi na Dal'nem Vostoke [Scientific provision of an effective development of soybean breeding and seed production in the Russian Far East]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii. Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;25:4:374–380. (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/VJ21.040>

3. Toropova EYu, Kolesnikova TP, Tsarkova MF. Listostebelvyeye bolezni soi na sortakh raznykh grupp spelosti v usloviyakh Amurskoy oblasti [Leaf-stem diseases of soybean on varieties of different ripenitny groups in the conditions of the Amur region]. *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*. *Vestnik NGAU (Novosibirsk state agrarian university)*. 2024;3:72:104–112. (in Russ.). <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-104-112>

4. Fokina EM, Razantsvey DR. Seleksiya na povysheniye immuniteta pri sozdaniy novykh sortov soi [Breeding for increasing immunity when creating new soybean varieties]. *Vestnik KrasGAU. Bulletin of KSAU*. 2023;4:193:30–37. (in Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-4-30-37>

5. Semenova EA, Kolesnikova TP. Ispol'zovaniye fungitsidnykh protraviteley pri vyrashchivaniy soi v Amurskoy oblasti [Application of seed treatment fungicides for growing soybean in the Amur oblast]. *Zashchita i karantin rasteniy. Plant protection and quarantine*. 2023;2:10–13. (in Russ.). https://doi.org/10.47528/1026-8634_2023_2_10

6. Zaostrovnykh VI, Kadurov AA. Seleksionnaya tsennost' sortoobraztsov soi razlichnykh grupp spelosti dlya usloviy lesostepi Kemerovskoy oblasti [Breeding value of soybean varieties of different maturity groups for forest-steppe conditions of the Kemerovo region]. *Vestnik Rossiyskoy akademii yestestvennykh nauk. Zapadno-Sibirskoye otdeleniye. Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. West Siberian Branch*. 2019;22:136–146. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wqcrwh&ysclid=m4qezpr4th496960086>

7. Veremeichik GN, Brodovskaya EV, Butovets ES, Lukiyanuk LM. Ustoychivost' kul'turnoy i dikoy soi pri iskusstvennom zarazhenii patogenom *Septoria glycines Hemmi* [Pathogen resistance of cultivated and

wild soybean under artificial infection with the pathogen *Septoria glycines Hemmi*. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik. Far eastern agrarian bulletin*. 2020;4:56:5–11. (in Russ.). <http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-14041>

8. Toropova EYu, Kamenev IA. Predposevnaya podgotovka semyan soi v lesostepi Zapadnoy Sibiri [Pre-sown preparations for soybean seeds in the forest-steppe of Western Siberia]. *Zashchita i karantin rasteniy. Plant protection and quarantine*. 2022;2:10–16. (in Russ.). https://doi.org/10.47528/1026-8634_2022_2_10

9. Rogozhin VV, Rogozhina TV. *Praktikum po biokhymii sel'skokhozyaystvennoy produkcii: ucheb. posobiye dlya vuzov [Practical training in biochemistry of agricultural products: a textbook for universities]*. Saint Petersburg: GIOR, 2016;480 p. ISBN 978-5-98879-172-0. (in Russ.).

10. Kuznetsova VA, Blinova AA, Tarasova ON, Ivachenko LE. Aktivnost' oksidoreduktaz semyan i prorstkov soi v usloviyakh gribkovoy infektsii *Septoria glycines Hemmi* [Activity of oxidoreductase of seeds and soybean seedlings under conditions of fungal infection *Septoria glycines Hemmi*]. *Agrarnyy vestnik Urala. Agrarian bulletin of the Urals*. 2020;7:198:47–55. (in Russ.). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-198-7-47-55>

11. Ogurtsov IB, Ivachenko LE, Kuznetsova VA. Aktivnost' oksidoreduktaz prorstkov soi na ranney stadii ontogeneza [Oxidoreductase activity of soybean seedlings at the early stage of ontogenesis]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. Siberian herald of agricultural science*. 2023;53:12:35–44. (in Russ.). <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-12-4>

12. Khokhryakov MK, Dobrozrakova TL, Stepanov KM, Letova MF, Khokhryakova MK. (eds.). *Opredelitel' bolezney rasteniy [Plant Disease Identifier]*. Saint Petersburg: Lian, 2003;592 p. ISBN: 5-8114-0479-4. (in Russ.). Available from: <https://djvu.online/file/ct0QhiFLjclJW?ysclid=m4qf2q1sik125955311>

13. Peresyarkin VF. *Sel'skokhozyaystvennaya fitopatologiya: ucheb. dlya vuzov [Agricultural phytopathology: textbook for universities]*. Moscow: Agropromizdat, 1989. 479 p. ISBN: 5-10-000292-1. (in Russ.). Available from: https://vk.com/doc272923737_337693764?hash=HTkrowbiNn1OgzOqktYp7zsgRWx-LPeQzbv8XgdEqMD&dl=AgrPToTBz67FZtZtw3GCeEXvDjtjWxDgG3Vfs4YDTpeT

14. Konichev AS, Tsvetkov IL, Komarov AB, Shamshina TN, Popov AP, Konichev AS (eds.). *Molekulyarnaya biologiya. Praktikum: uchebnoye posobiye dlya vuzov [Molecular Biology. Practical Training: A Textbook for Universities]*. Moscow: Nauka Publ. Yurait, 2024;169 p. ISBN: 978-5-534-12544-3. (in Russ.).

15. Ivachenko LE, Kashina VA, Maskaltsova ES, Razantzey VI, Stasyuk EM, Trofimtsova IA, Ivachenko LE (eds.). *Metody izucheniya polimorfizma fermentov soi: uchebnoye posobiye [Methods for studying the polymorphism of soybean enzymes: a tutorial]*. Blagoveshchensk: Nauka Publ. BSPU, 2008;142 p. (in Russ.). Available from: https://vk.com/doc89820209_455869627?hash=QCZMCXwFEaC1qut9yl6IHJ0UGW-ZYmq5j5ID9oo3iOzz&dl=JkuA72ljLkF3NVRxHuO7MWhTtkzoZ7VdUZaUL57JWDo

16. Struchkova IV, Kalyasova EA. *Teoreticheskiye i prakticheskiye osnovy provedeniya elektroforeza belkov v poliakrilamidnom gele: Elektronnoye uchebno-metodicheskoye posobiye [Theoretical and practical principles of conducting protein electrophoresis in polyacrylamide gel: Electronic teaching aid]*. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University, 2012;60 p. (in Russ.). Available from: <https://www.docdroid.net/RRwMI-Of/struchkova-kalyasova-pdf>

Информация об авторах

В. А. Кузнецова – канд. биол. наук, науч. сотр.;
А. А. Блинова – науч. сотр., зав. лаб. биотехнологии;
И. Б. Огурцов – аспирант кафедры химии;
Л. Е. Иваченко – д-р биол. наук, профессор кафедры химии.

Information about the authors

V. A. Kuznetsova – Cand. of Biol. Sci., Researcher;
A. A. Blinova – Researcher, Head of the Biotechnology Laboratory;
I. B. Ogurtsov – Postgraduate Student of the Department of Chemistry;
L. E. Ivachenko – Dr Biol. Sci., Professor of the Department of Chemistry.

**Статья поступила в редакцию 26.11.2024;
одобрена после рецензирования 28.11.2024;
принята к публикации 02.12.2024**

**The article was submitted 26.11.2024;
approved after reviewing 28.11.2024;
accepted for publication 02.12.2024**

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

Научная статья

УДК 631.354.024/.028

EDN: SHCEIJ

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-56-68>

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНО-РЕШЁТНОЙ ОЧИСТКИ СОЕЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Владимир Александрович Сахаров, Алексей Алексеевич Кувшинов, Александр Васильевич Липкань, Вячеслав Сергеевич Усанов, Ирина Михайловна Присяжная

Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, kyaa@vniisoi.ru

Аннотация. В лабораторных условиях проведены исследования на экспериментальной установке, имитирующей работу воздушно-решётной очистки соезерноуборочного комбайна, осуществляющего отдельный сбор первой и второй фракций, получаемых от первого и второго молотильных барабанов. Целью исследования было изучение характера изменения скорости воздушного потока по площади верхнего решёта при различных углах наклона планок жалюзи, угла наклона направляющего воздушного потока, дополнительно установленного в диффузоре вентилятора соезерноуборочного комбайна, а также частоты вращения вентилятора. В рамках работы представлены результаты лабораторных опытов, направленных на изучение изменения скорости воздушного потока по длине первой и второй половин верхнего экспериментального решёта, оснащенного рельефными лепестками длиной 70 мм. Исследование проводилось с учётом различных углов раствора планок жалюзи и угла наклона, дополнительно установленного в диффузоре вентилятора, направляющего воздушный поток. Предварительные результаты показывают, что для успешной сепарации и достижения достаточной чистоты фракций рекомендуется устанавливать направляющий воздушного потока на угол от 5 до 7 градусов вверх от исходного положения (0°), в то время как угол раствора планок жалюзи верхнего решёта следует установить в диапазоне от 22 до 27 градусов.

Ключевые слова: соезерноуборочный комбайн, двухпоточная воздушно-решётная очистка, мелкий соевый ворох, экспериментальное жалюзийное решето, скорость воздушного потока, семена сои, направляющий воздушного потока.

Для цитирования: Сахаров В. А., Кувшинов А. А., Липкань А. В., Усанов В. С., Присяжная И. М. Исследование режимных параметров воздушно-решётной очистки соезерноуборочного комбайна // Агронаука. 2024. Том 2. № 4. С. 56–68. EDN: SHCEIJ. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-56-68>

Original article

INVESTIGATION OF REGIME PARAMETERS OF AIR-SIEVE CLEANING OF SOYBEAN COMBINE HARVESTER

Vladimir A. Sakharov, Alexey A. Kuvshinov, Alexander V. Lipkan, Vyacheslav S. Usanov, Irina M. Prisyazhnaya

All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk, Russia, kyaa@vniisoi.ru

© Сахаров В. А., Кувшинов А. А., Липкань А. В., Усанов В. С., Присяжная И. М., 2024

Abstract. Under laboratory conditions, studies were carried out on an experimental installation simulating the operation of air-sieve cleaning of a soybean combine harvester with separate collection of the first and second fractions – from the first and second threshing drums. The aim of the study was to examine the nature of changes in the air flow velocity over the area of the upper sieve at different angles of inclination of the louver bars, the angle of inclination of the air flow guide additionally installed in the diffuser of the combine harvester fan, and the rotation speed of the fan. The paper presents the results of laboratory experiments aimed at studying changes in the air flow velocity along the length of the first and second halves of the upper experimental sieve equipped with 70 mm long relief petals. The study was conducted taking into account different angles of the louver bar solution and the angle of inclination of the fan additionally installed in the diffuser directing the air flow. Preliminary results show that for successful separation and sufficient purity of fractions, it is recommended to set the air flow guide at an angle of 5 to 7 degrees upwards from the initial position (0°), while the opening angle of the upper sieve louver bars should be set in the range of 22 to 27 degrees.

Keywords: soybean combine harvester, two-flow air-sieve cleaning; small soy heap, experimental louver sieve, air flow velocity, soybean seeds, air flow guide.

For citation: Sakharov VA, Kuvshinov AA, Lipkan AV, Usanov VS, Prisyazhnaya IM. Issledovanie rezhimnykh parametrov vozdušno-reshetnoi ochistki soezernouborochnogo kombaina [Investigation of regime parameters of air-sieve cleaning of soybean combine harvester]. *Agronauka. Agroscience*. 2024;2:4:56–68. (in Russ.). EDN: SHCEIJ. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-56-68>

Введение

По результатам оценки эффективности макетного образца соезерноуборочного комбайна, разрабатываемого на базе уборочной машины с двухбарабанной схемой обмолота с целью получения семенного зерна непосредственно при уборке сои без послеуборочной его подработки [1], выявлена необходимость повышения чистоты зерна сои второй фракции, что возможно путём дальнейшего совершенствования его воздушно-решётной очистки. ВРО представляет собой систему уборочной машины, где на компоненты мелкого соевого вороха воздействует поток воздуха. Главными компонентами ВРО являются: лопастной вентилятор, нижнее и верхнее решето, удлинитель верхнего решёта, узлы регулировки раствора планок жалюзийных решёт.

Мелкий соевый ворох является многокомпонентной смесью, состоящей из различных частиц (зерно, солома, измельчённая солома, семена и частицы сорных растений, сорные примеси, мёртвый сор), характеризующихся различной скоростью витания. По весу и форме отличаются не только зёрна сельскохозяйственных культур, но и все компоненты вороха, поступающего в систему очистки комбайна.

Ранее проведённые исследования по изучению аэродинамических свойств компонентов мелкого соевого вороха позволили выявить следующие интервалы скоростей витания его компонентов: для нераскрытых бобов сои при скорости до 7 м/с выделяется до 88,8 % бобов, оставшиеся – при скорости до 13,4 м/с; зерно сои при скорости воздушного потока до 13,4 м/с – до 98,8 %, остальное – при скорости до 14,5 м/с; частицы стеблей при 5,4 м/с – 100 %; створки бобов при 1,8 м/с – 93,2 %, остальные – при скорости до 2,9 м/с, у дроблёного зерна критическая скорость витания составляет в среднем от 8 до 10 м/с [2, 3].

При исследованиях по использованию зерноуборочных комбайнов с различными типами молотильно-сепарирующих устройств для уборки сои, параметры ВРО задавались следующие [4]:

- число оборотов вала вентилятора 750 мин⁻¹;

- величина раскрытия лепестков верхнего решёта 15 мм, нижнего решёта – 10 мм.

Исследованы качественные показатели эксплуатации зерноуборочного комбайна Lexion-570 на уборке зерна сои на семенные цели. ВРО уборочных машин при числе оборотов вала вентилятора 1350 мин.⁻¹,

величине раскрытия лепестков верхнего решёта 14 мм и нижнего – 8 мм делает возможным получать соевый ворох, имеющий в своём составе незерновых компонентов и семян сорных культур не более 1,5 % [5].

Учёными А. В. Майоровым, Н. В. Януковым и другими [6] выяснено, что при начальном увеличении раствора между лепестками опытных решёт увеличивается величина скорости потока воздуха и пропорционально вертикальной составляющей, и поэтому ворох, находящийся во взвешенном состоянии, динамично разрыхляется, способствуя просеиванию зерна и выносу лёгких незерновых компонентов. При последующем увеличении раствора между лепестками заводских решёт осуществляется падение показателя скорости на выходе из него, которое не обеспечивает достаточного разрыхления вороха.

В исследованиях Н. В. Алдошина и Н. А. Лылина [7], направленных на улучшение процесса очистки зерноуборочной машины, предлагается совокупность технических решений, способствующих повышению интенсивности пофракционного разделения вороха: подвергнуто изменению жалюзийное решето, где гребёнки верхних створок жалюзи расположены в шахматном порядке, что улучшает процесс транспортировки частиц соломы в направлении выхода с очистки при увеличенной подаче вороха. Для более производительного использования потока воздуха в системе очистки рекомендована конструкция лепестков жалюзийного решёта, которые следует выполнять в виде S-образной формы, так как такие лепестки обладают низким сопротивлением потоку воздуха, и могут создать параметры воздушного потока с лучшими аэродинамическими качествами (скорость, равномерность, направленность), что позволит системе очистки уборочной машины работать при низком уровне потерь зерна.

В статье В. Н. Романенко [8] представлены существующие схемы активаторов сепарации вороха на верхнем решёте ВРО уборочной машины, приведены технические решения и принцип действия для каждого из них, показаны уровень эффективности их в эксплуатации и недостатки.

На начало решёта поступает мелкий соевый ворох, компоненты которого при движении распределились на стрясной доске. В нижнем слое вороха большее количество составляют семена сои, а примеси, частицы соломы, как более лёгкие компоненты, размещаются в верхней части. При таком состоянии нижнего слоя семенам не нужно дополнительного времени; для того, чтобы проникнуть через солоmistую решётку, и оно быстрее проходит сквозь лепестки жалюзи решёта, у которого наибольшая длина лепестков. При последующем движении вороха по решету осуществляется истончение его нижних слоёв, и соевые семена, размещённые в верхних слоях, должны, в первую очередь, проникнуть через солоmistую решётку, а потом сквозь жалюзи решёта. Семена тем быстрее пройдут через решето, чем интенсивней будет взрыхляться весь солоmistый слой вороха. При движении вороха по решету полнота выделения семян возрастает более интенсивно при длинных лепестках жалюзи [3].

Исследователями А. П. Ловчиковым, А. О. Бжезовским и З. В. Макаровской [9] установлено, что зерновой ворох, попадающий на ВРО уборочной машины можно представлять, как многокомпонентную и многоскоростную смесь, которая характеризуется пористостью из-за N-го числа компонентов. Полученные аналитические выражения свидетельствуют о сложном характере движения компонентов в смеси зернового вороха, что необходимо учитывать, как при разработке математической модели разделения вороха, так и в комбинированной системе очистки уборочной машины. Данными исследователями отмечено [10], что при движении вороха по решету уборочной машины, как многосоставной и многоскоростной смеси, не исключено формирование динамических эффектов, появляющихся из-за несоответствия скоростей отдельных элементов. При этом кинетическая энергия данной смеси, т.е. зернового вороха, определяется не только её движением как целого, но и скоростями относительного движения составляющих компонентов. Наличие

скелета в виде технологического воздуха в смеси позволяет рассматривать зерновой ворох как пористую среду при моделировании технических процессов воздушно-решётной очистки зерноуборочного комбайна.

Учёными А. П. Ловчиковым и С. Н. Кулагиным получены аналитические зависимости [11], раскрывающие связь между скоростями перемещения зернового вороха по решету и воздушного потока системы очистки комбайна. Это позволяет глубже рассмотреть процесс сепарации зернового вороха с точки зрения математического описания, а также получить ранее неизвестные закономерности, характеризующие процесс сепарации зернового вороха на решете системы очистки зерноуборочного комбайна.

Авторами В. Б. Поповой, И. А. Бараном в статье [12] рассматривается влияние различных параметров на формирование технологического потока в системе очистки. Предлагается выполнять подбор оптимальных параметров системы очистки путём компьютерного моделирования процесса очистки на основе экспериментальных данных и численного моделирования аэродинамики технологического тракта. Представлена методика создания расчётных конечно-элементных сеток и компьютерного моделирования аэродинамических потоков в системе очистки зерноуборочного комбайна. Сформировано формализованное описание k -, ε -моделей турбулентности, используемых в расчёте сплошной среды. Всё это позволило создать зерноуборочный комбайн с принципиально новой компоновкой технологического тракта, имеющего лучшие показатели производительности и энергоёмкости.

В исследованиях А. А. Вихлянцева [13] выдвигается предположение, что производительность зерноуборочного комбайна во многом зависит от повышения качества работы системы воздушно-решётной очистки комбайна, от её адаптации к повышенной нагрузке зерновым ворохом. Интенсификация процесса сепарации зерна возможна за счёт новых технических решений, обеспечивающих оптимальные кинематические и

динамические параметры движения транспортной доски, верхнего и нижнего решёта и способствующих быстрому перераспределению частиц зернового вороха для улучшения сепарации воздушным потоком. Рассмотрена проблема использования накопителей потенциальной энергии (упругих элементов, пружин) для снижения динамических нагрузок, возникающих при работе системы очистки, и улучшения качества сепарации при повышенной подаче вороха. Обозначены внешние факторы, способствующие созданию оптимальных условий работы соломотряса, представлены варианты конструктивных решений, обеспечивающих снижение динамических нагрузок при одновременном повышении качественных показателей работы системы очистки.

По данным исследователей А. П. Ловчикова и С. Н. Кулагина [14] на основе материального баланса по отдельным фракциям зернового вороха предложен расчёт функции фракционного извлечения при последовательном выполнении процесса очистки зернового вороха с учётом неравномерной концентрации по отдельным элементам, то есть решётам очистки комбайна. Полученные аналитические зависимости позволяют модернизировать модель воздушно-решётной очистки зерноуборочного комбайна и циркуляционной нагрузки на каждом решете.

Авторами А. А. Бричагиной, С. Н. Ильиным и другими [15] предлагаются некоторые решения по модернизации системы очистки зерноуборочного комбайна. Применение частотного преобразователя в приводе вентилятора позволит изменять частоту вращения вала вентилятора в предлагаемых заводом-изготовителем пределах, при этом на частоту вращения вала вентилятора не будут влиять режимы работы двигателя внутреннего сгорания комбайна. Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем позволит заменить как электропривод постоянного тока, так и механический привод вентилятора. Использование сервопривода для регулирования угла наклона планок жалюзи позволит осуществлять настройку решёт с высокой точ-

ностью. Алгоритм управления частотой вращения вентилятора и углом наклона планок жалюзийных решёт может быть построен на основе данных, полученных в результате исследований функционирования системы очистки зерноуборочного комбайна с использованием метода экспертных оценок. Применение предлагаемой конструкторской разработки позволит повысить качество проведения уборочных работ, уменьшить потери зерна за очисткой комбайна и количество примесей в бункере комбайна.

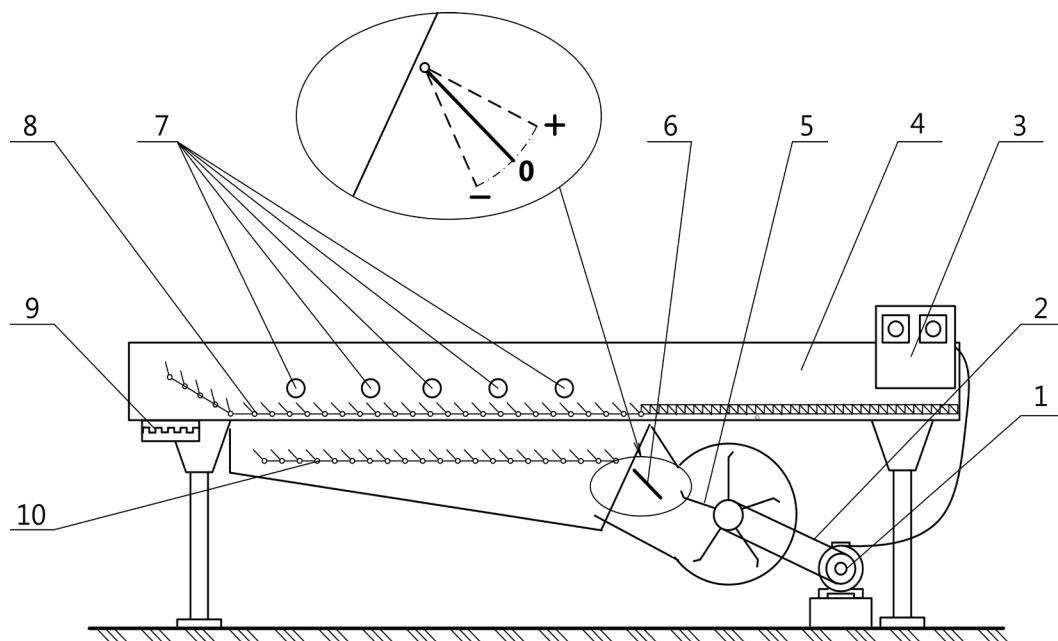
Таким образом, несмотря на многочисленные исследования по совершенствованию процессов очистки, некоторые аспекты сепарации и разделения соевого вороха при уборке сои на семенные цели методом прямого комбайнирования требуют дополнительного изучения.

Цель исследования – изучение характера изменения скорости воздушного потока по площади верхнего решета при различных углах наклона планок жалюзи, угла

наклона направлятеля воздушного потока, дополнительно установленного в диффузоре вентилятора соеуборочного комбайна, а также частоты вращения вентилятора.

Условия, материалы и методы

Исследования были проведены в 2022 году на базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, с использованием лабораторной установки, представляющей собой фрагмент молотилки зерноуборочного комбайна. Эта установка включает в себя комбинацию рабочих органов системы очистки (рисунок 1). Верхнее жалюзийное решето выполнено на базе штатных створок (планок с лепестками длиной 22 мм), но с широкими рельефными лепестками длиной 70 мм. В диффузоре вентилятора установлен направлятель воздушного потока с поворотной осью в начале нижнего решета, который может отклоняться от исходного положения (0°) в фиксированные верхнее ($+15^\circ$) и нижнее (-15°) положения.



1 – электродвигатель с ведущим шкивом; 2 – клиноременная передача; 3 – электропитание управления; 4 – рама установки; 5 – вентилятор; 6 – направлятель воздушного потока; 7 – отверстия для замера скорости воздушного потока на верхнем решете; 8 – верхнее жалюзийное решето; 9 – регулятор наклона лепестков жалюзийных решёт; 10 – нижнее жалюзийное решето

Рисунок 1 – Лабораторная установка для исследования параметров воздушного потока очистки комбайна

Figure 1 – Is a laboratory installation for studying the parameters of the air flow of the combine cleaning

Представлена схема расположения точек замера скоростей воздушного потока (вид сверху), где первая половина верхнего решета предназначена для сепарации зерна сои из-под первого молотильного барабана, а вторая половина – из-под второго молотильного барабана (рисунок 2).

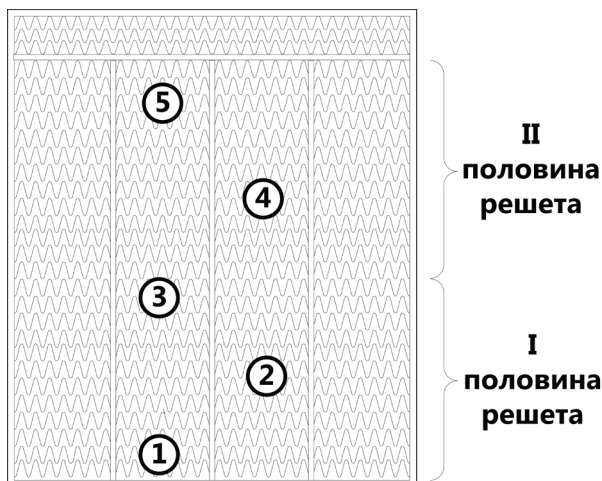


Рисунок 2 – Схема расположения точек измерения скорости воздушного потока

Figure 2 – The layout of the measurement points air flow rates

В ходе проведения исследований при фиксированных углах раствора планок жалюзи нижнего решёта в 15° при изменении угла раствора планок жалюзи верхнего экспериментального решета с изменённой конструкцией лепестков (рисунок 3), длина которых увеличена до 70 мм, и угла установки направляющего воздушного потока, устанавливаемого нами дополнительно в диффузоре вентилятора в исходном положении (0) и под углом $\pm 15^\circ$ к исходному, производились замеры скоростей воздушного потока в различных точках согласно схеме (см. рисунок 2).

Первой половине верхнего решёта соответствуют точки 1, 2, 3, второй половине решета – точки 3, 4, 5. Замеры проводились у вершины лепестка с помощью термоанемометра DT-8880. Повторность измерений в каждой точке – пятикратная.

Постоянные факторы:

- положение удлинителя верхнего решета – 15° ;
- угол раствора планок штатного удли-

нителя верхнего решёта (лепестки длиной 22 мм) – 45° ;

- угол раствора планок жалюзи штатного нижнего решёта – 15° .



Рисунок 3 – Верхнее решето с изменённой конструкцией лепестков жалюзи и штатный удлинитель

Figure 3 – The upper sieve with a modified design of the louver petals and a standard extension cord

Предварительно для оценки характера изменения скорости воздушного потока от изменения положения планок жалюзи на верхнем экспериментальном решете в штатной комплектации очистки, то есть в отсутствие дополнительных направляющих воздушного потока в диффузоре вентилятора и наклонной первой скатной доски на днище корпуса решётного стана, в данных точках (см. рисунок 2) были произведены замеры скорости воздушного потока. Для выявления оптимального сочетания переменных факторов очистки, определяющих направление и среднюю скорость воздушного потока на обеих половинах верхнего экспериментального решета в диапазоне 8...9 м/с, обеспечивающего лучшую сепарацию и достаточную чистоту зерна сои обеих фракций (семенной и товарной), транзит других компонентов мелкого соевого вороха были проведены экспериментальные исследования по методу планирования полнофакторного эксперимента в соответствии с планом Бокса-Вильсона.

Факторы и уровни их варьирования представлены в таблице 1. Выходные параметры: \bar{y}_1 – средняя скорость воздушного потока на первой половине верхнего решета, м/с; \bar{y}_2 – средняя скорость воздушного потока на второй половине верхнего решета, м/с.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования
Table 1 – Factors and levels of their variation

Факторы	Угол раствора планок жалюзи, град.	Угол установки направляющего воздушного потока, град.
Обозначение	X_1	X_2
Верхний уровень (+1)	45	+15
Основной уровень (0)	30	0
Нижний уровень (-1)	15	-15

Обработку результатов эксперимента проводили в соответствии с общеизвестной методикой (С. В. Мельников, В. Р. Алешкин, П. М. Роцин, 1972). Поверхности отклика и их сечения строили с помощью программы Sigma Plot.

Результаты и обсуждение

Характер изменения скорости воздушного потока в точках 1–5 на верхнем экспериментальном решете станда без предложенных доработок диффузора вентилятора в зависимости от угла раскрытия створок жалюзи представлен на рисунке 4.

На начальном участке первой половины верхнего решета, при движении мелкого соевого вороха после пальцевой решетки, крупные семена просыпаются под собственным весом. Далее наблюдается участок с повышением скорости воздушного потока (точка 2), за которым следует небольшое падение к середине решета (точка 3), где происходит отделение семян сои первой фракции, имеющих средние размеры и вес.

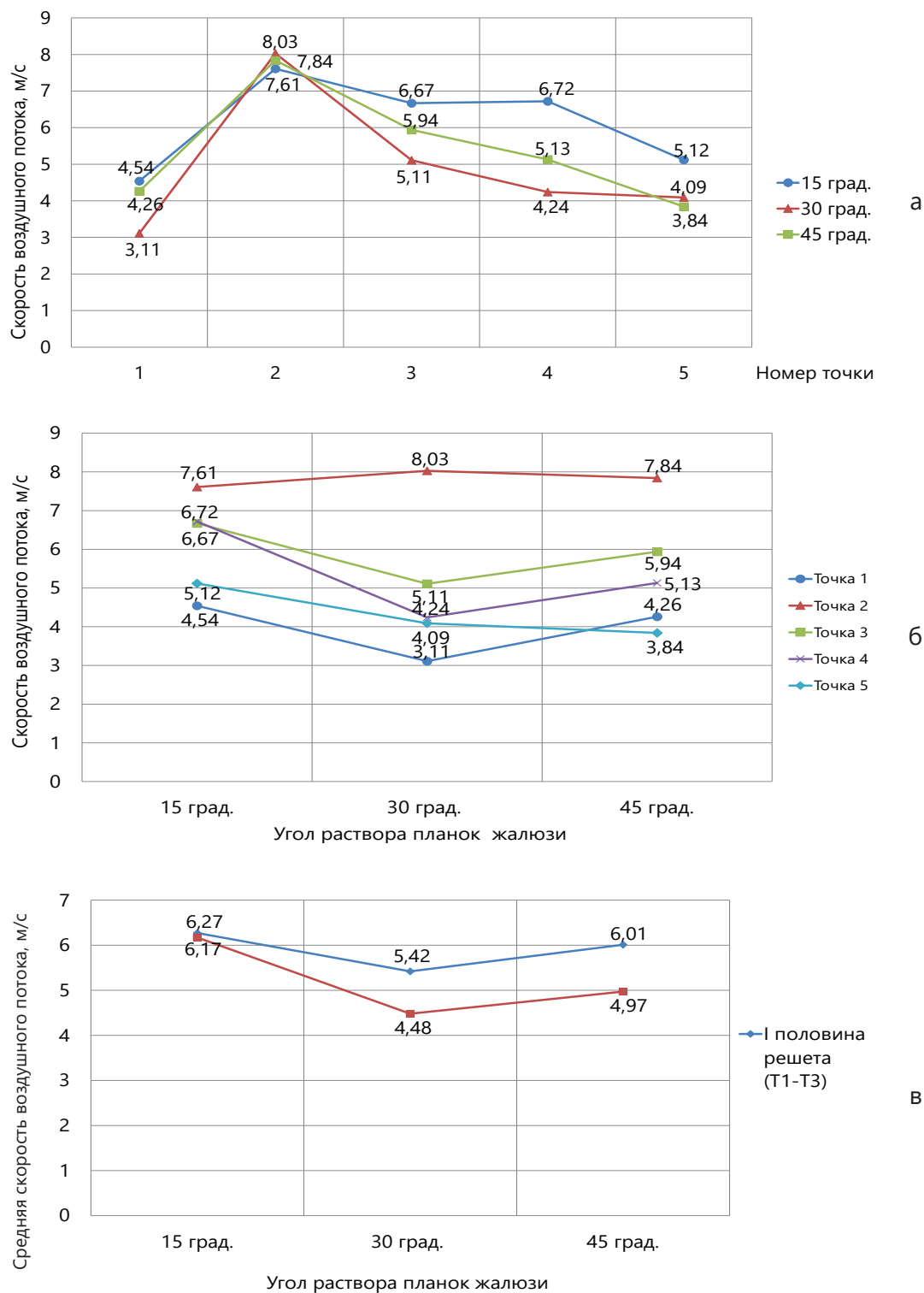
Результаты полевых оценок макетного образца соезерноуборочного комбайна показали, что при данном характере изменения скорости воздушного потока на первой половине верхнего экспериментального решета чистота первой фракции семян сои (семенной фракции зерна сои) достигала не менее 99 %, при этом доля этой фракции составляла не менее 55 %. Полученные ре-

зультаты лабораторных исследований и полевых оценок очистки макетного образца подтверждают выводы других авторов [1, 3], о том, что сепарирующие элементы верхнего решета с удлинённой зубчатой формой лепестков жалюзи при возвратно-поступательном колебании решётного стана обеспечивают лучшую транспортирующую способность соломы и половы. Под действием нарастающего воздушного потока и колебаний решётного стана зерно мелкого соевого вороха, поступающее от первого молотильного барабана, заполняет объём первой половины решета.

Характер дальнейшего падения скорости воздушного потока на второй половине верхнего решета (см. рисунок 4, а) очевидно объясняет превышение нормативов по засоренности второй (товарной) фракции зерна сои, наблюдаемое в ходе наших полевых оценок работы макетного образца в 2021–2022 годах. На этой части верхнего решета происходит сепарация мелкого соевого вороха второй фракции.

Зерно в данном участке должно проходить сквозь соломистую решётку, а затем через жалюзи решета. Однако, как показывают результаты полевых оценок, не все компоненты половы, попадающие на вторую половину верхнего решета и образующие мелкосоломистую решётку, выносятся за пределы грохота. Часть их вместе с полновесным зерном сои и необмолоченными бобами попадает в домолачивающее устройство. Это объясняет высокий уровень дробления и микроповреждений зерна сои второй фракции.

Сравнивая средние значения скоростей воздушного потока на первой и второй половинах верхнего экспериментального решета, можно утверждать, что для повышения чистоты зерна второй фракции необходимо увеличить среднюю скорость воздушного потока на второй половине верхнего решета на 1...1,5 м/с (см. рисунок 4, в). Это обеспечит, как и на первой половине, более интенсивное взрыхление всего мелкого соевого вороха. Минимальное значение скорости воздушного потока соответствует углу раствора планок экспериментального жалюзи в 30° (рисунок 4, б).



а – по длине верхнего решета, б – в каждой точке измерений,
в – по средней скорости воздушного потока на первой и второй половинах решета

Рисунок 4 – Характер изменения скорости воздушного потока в точках 1–5 верхнего экспериментального решета от угла раствора планок жалюзи (очистка без направителя воздушного потока)

Figure 4 – The nature of the change in the air flow velocity at points 1–5 of the upper experimental sieve from the angle of the solution of the louver slats (Cleaning without an air flow guide and the first inclined pitched board on the bottom of the sieve mill frame)

Представлена матрица планирования и результаты полнофакторного эксперимента, направленного на поиск оптимальных технологических режимов очистки макетного

образца комбайна с верхним экспериментальным решетом, дополненной направителем воздушного потока в диффузоре вентилятора (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица планирования и результаты полнофакторного эксперимента по плану Бокса-Вильсона

Table 2 – Planning matrix and results of a full-factor experiment according to the Box-Wilson plan

№ опыта	План эксперимента в кодированных переменных		Факторы в натуральном масштабе		$\bar{y}_1(v_1)$, средняя скорость воздушного потока на первой половине решета, м/с	$\bar{y}_2(v_2)$, средняя скорость воздушного потока на второй половине решета, м/с
	x_1	x_2	x_1 , угол наклона створок жалюзи α , град.	x_2 , угол установки направлятеля воздушного потока β , град.		
1	-1	-1	15	-15	10,72	6,42
2	0	-1	30	-15	10,09	5,31
3	+1	-1	45	-15	7,82	3,91
4	-1	0	15	0	9,61	7,81
5	0	0	30	0	11,53	6,47
6	+1	0	45	0	9,39	4,74
7	-1	+1	15	+15	1,03	9,78
8	0	+1	30	+15	2,68	10,40
9	+1	+1	45	+15	2,75	9,20

На основе проведенного эксперимента были получены уравнения регрессии (1) и (2), построены поверхности отклика и полу-

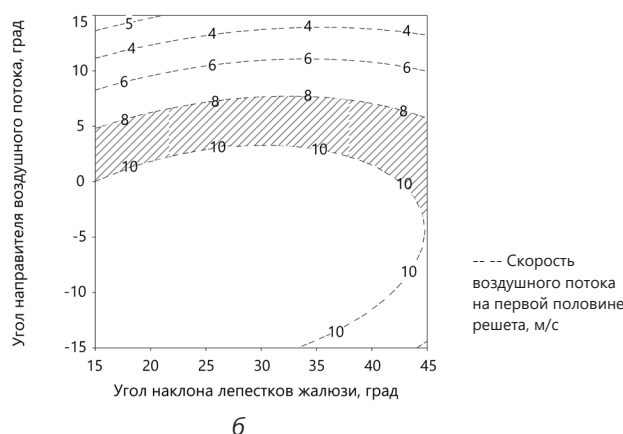
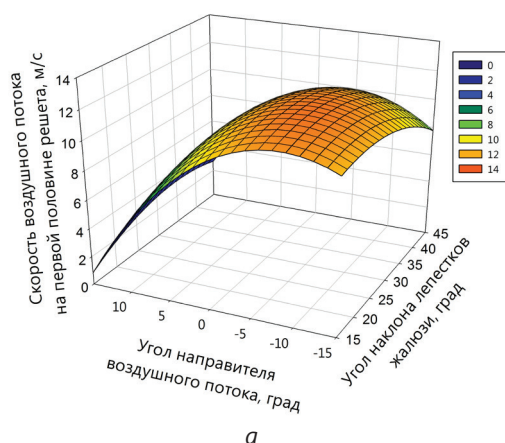
чены их сечения (см. рисунок 4, 5).

Уравнение по первому выходному параметру в раскодированном виде:

$$v_1 = 6,58 + 0,31 \cdot \alpha - 0,40 \cdot \beta + 0,0052 \cdot \alpha \cdot \beta - 0,0054 \cdot \alpha^2 - 0,019 \cdot \beta^2, \quad (1)$$

Уравнение по второму выходному параметру в раскодированном виде:

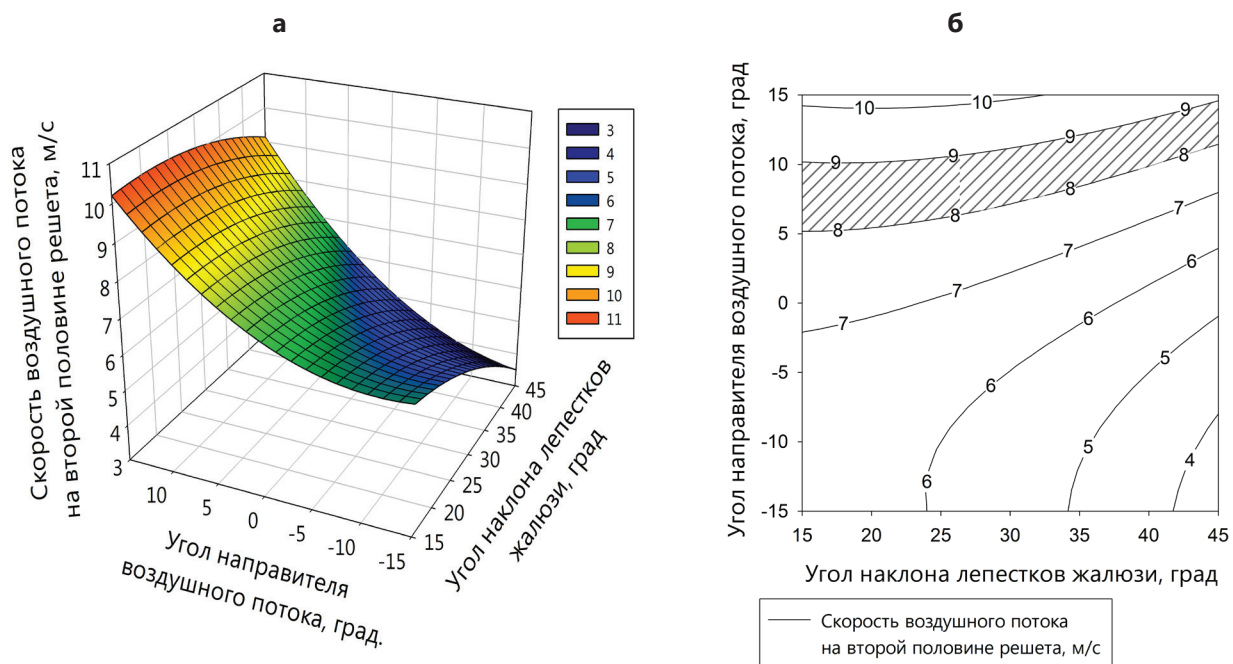
$$v_2 = 6,97 + 0,046 \cdot \alpha + 0,0874 \cdot \beta + 0,0022 \cdot \alpha \cdot \beta - 0,00191 \cdot \alpha^2 + 0,0051 \cdot \beta^2. \quad (2)$$



а – поверхность отклика средней скорости воздушного потока в зависимости от угла наклона лепестков жалюзи и угла направлятеля воздушного потока; б – сечение поверхности

Рисунок 5 – Результаты факторного эксперимента по первому выходному параметру

Figure 5 – The results of the factor experiment on the first output parameter



а – поверхность отклика средней скорости воздушного потока в зависимости от угла наклона лепестков жалюзи и угла направителя воздушного потока; б – сечение поверхности

Рисунок 6 – Результаты факторного эксперимента по второму выходному параметру

Figure 6 – The results of the factor experiment on the second output parameter

При анализе полученных поверхностей отклика видно, что скорость воздушного потока на первой половине решета практически не зависит от угла раствора планок жалюзи, а напрямую зависит от угла установки направителя воздушного потока, причём при его отклонении на положительный угол скорость воздушного потока снижается. Зависимость скорости воздушного потока на второй половине решета от положения направителя имеет обратный характер и выражена не так явно, но она преобладает в изменении скоростей воздушного потока в большей мере, чем угол раствора планок жалюзи.

Возможными решениями повышения чистоты зерна второй фракции являются: изменение угла раствора планок второй половины верхнего решета независимо от первой; увеличение частоты вращения вала вентилятора; установка направителей воздушного потока в диффузоре вентилятора. Данные технические решения позволяют обеспечить необходимые скорости воздушного

потока для сепарации компонентов соевого вороха.

Выводы

На основе результатов исследований, касающихся скоростей витания компонентов мелкого соевого вороха, можно сделать следующие выводы. Необходимое распределение скоростей воздушного потока по верхнему решету для достижения требуемого качества очистки зерна обеспечивается при угле направителя воздушного потока в диапазоне от 5 до 7 градусов, а также при угле наклона планок экспериментального жалюзи в пределах 22...27 градусов. При этом средняя скорость воздушного потока в первой и второй половинах верхнего решета составляет 8...8,2 м/с, что является оптимальным значением согласно вариационным кривым скоростей витания компонентов мелкого соевого вороха. Эти данные подчёркивают важность точной настройки параметров воздушного потока для эффективной очистки зерна.

Список источников

1. Получение качественных семян сои на основе модернизации комбайна с двухфазной схемой обмолота / И. М. Присяжная, С. П. Присяжная, В. А. Сахаров, В. С. Усанов, А. В. Липкань, А. А. Кувшинов // *Техника и оборудование для села*. 2023. № 4 (310). С. 17–21. <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2023-4-17-21>
2. Концептуальные подходы к технологии уборки сои очёсом на корню и устройства для её осуществления: монография / А. Н. Панасюк, М. В. Канделя, Д. С. Мазнев, В. А. Сахаров, А. А. Кувшинов, Ю. Н. Смолянинов. Благовещенск: Издательство: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2018. 127 с. ISBN: 978-5-9642-0394-0 URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36669004&ysclid=m4qfe1soev332146781>
3. Совершенствование процесса обмолота, сепарации и транспортирования для повышения качества семян при комбайновой уборке сои: монография / И. М. Присяжная, С. П. Присяжная, М. М. Присяжный, П. П. Проценко. Благовещенск: Издательство: Амурский государственный университет, 2018. 191 с. ISBN: 978-5-93493-319-8. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36925755&ysclid=m4qfгmуvcm138546815>
4. Обоснование выбора типа комбайна для уборки посевов сои на кормовые и семенные цели / А. М. Гиевский, В. И. Оробинский, А. В. Чернышов, И. В. Баскаков, Р. А. Дружинин // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2022. Т. 15, № 1 (72). С. 12–22. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_12
5. Обоснование режима работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна при уборке сои / А. М. Гиевский, А. В. Чернышов, Д. Л. Маслов, В. Ю. Мильгунов // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 12, № 1(60). С. 50–56. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2019.1.50>
6. Исследование параметров воздушного потока в камере очистки зерноуборочного комбайна / А. В. Майоров, Н. В. Януков, Д. В. Лукина, А. И. Волков // *Вестник Марийского государственного университета*. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2018. Т. 4, № 3(15). С. 45–52. <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-3-45-51>
7. Алдошин Н. В., Лылин Н. А. Совершенствование конструкции очистки зерноуборочного комбайна // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2017. № 6. С. 58–61. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30773900&ysclid=m4qfivhsdt802669841>
8. Романенко В.Н. Конструкции отечественных активаторов сепарации зернового вороха очистки зерноуборочного комбайна // *Вестник Российского государственного аграрного заочного университета*. 2012. № 13 (18). С. 78–84. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20161922&ysclid=m4qfl7cofi12399047>
9. Ловчиков А. П., Бжезовский А. О., Макаровская З. В. Разработка комбинированной системы очистки зернового вороха зерноуборочного комбайна // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 3(83). С. 157–159. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-83-3-157-159>
10. Методический подход к исследованию эффективности технологических подпроцессов ветро-решётной очистки зерноуборочного комбайна / А. П. Ловчиков, А. О. Бжезовский, С. А. Турчанинов, О. С. Шагин // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 3 (83). С. 178–184. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-83-3-178-184>
11. Ловчиков А. П., Кулагин С. Н. Теоретический аспект комбинации решет системы очистки зерноуборочного комбайна // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2021. № 2(88). С. 98–102. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-88-2-98-102>
12. Попов В. Б., Баран И. А. Компьютерное моделирование аэродинамического процесса в системе очистки самоходного зерноуборочного комбайна // *Горная механика и машиностроение*. 2021. № 4. С. 74–81. URL: <https://elib.gstu.by/bitstream/handle/220612/25981/74-81.pdf>
13. Вихлянцев А. А. Определение основных параметров работы механизма очистки зерноуборочного комбайна // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 5 (85). С. 114–116. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-osnovnyh-parametrov-raboty-mehanizma-ochistki-zernouborochnogo-kombayna/viewer>
14. Ловчиков А. П., Кулагин С. Н. Обоснование совершенствования ветро-решётной очистки зерноуборочного комбайна // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023. № 1(99). С. 185–189. <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-99-1-185-188>
15. Автоматическое управление работой очистки зерноуборочного комбайна / А. А. Бричагина, С. Н. Ильин, В. В. Пальвинский, Н. В. Степанов, Д. Н. Пирожков // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021. № 11 (205). С. 93–97. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-205-11-93-97>

References

1. Prisyazhnaya IM, Prisyazhnaya SP, Saharov VA, Usanov VS, Lipkan' AV, Kuvshinov AA. Poluchenie kachestvennykh semyan soi na osnove modernizatsii kombaina s dvukhfaznoi skhemoi obmolota [Obtaining high-quality soybean seeds based on the modernization of a combine harvester with a two-phase threshing scheme]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela. Machinery and equipment for the village*. 2023;4:310:17–21. (in Russ.). <https://doi.org/10.33267/2072-9642-2023-4-17-21>
2. Panasyuk AN, Kandelya MV, Maznev DS, Saharov VA, Kuvshinov AA, Smolyaninov YuN. *Kontseptual'nye podkhody k tekhnologii uborki soi ochesom na kornyu i ustroistva dlya ee osushchestvleniya: monografiya* [Conceptual approaches to the technology of harvesting soybeans on the root and devices for its implementation]. Blagoveshchensk. Nauka Publ. Far Eastern GAU, 2018;127 p. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36669004&ysclid=m4qfe1soev332146781>
3. Prisyazhnaya IM, Prisyazhnaya SP, Prisyazhnyj MM, Procenko PP. *Sovershenstvovanie protsessa obmolota, separatsii i transportirovaniya dlya povysheniya kachestva semyan pri kombainovoi uborke soi* [Improving the process of threshing, separation and transportation to improve the quality of seeds during combine harvesting of soybeans]. Blagoveshchensk. Nauka Publ. Amur State University, 2018;191 p. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36925755&ysclid=m4qfgmyvcm138546815>
4. Gievskij AM, Orobinskij VI, CHernyshov AV, Baskakov IV, Druzhinin RA. Obosnovanie vybora tipa kombaina dlya uborki posevov soi na kormovye i semennye tseli [Justification of the choice of the type of combine harvester for harvesting soybean crops for fodder and seed purposes]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2022;1:72:12–22. (in Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_12
5. Gievskij AM, Chernyshov AV, Maslov DL, Mil'gunov VYu. Obosnovanie rezhima raboty molotil'no-separiruyushchego ustroistva kombaina pri uborke soi [Justification of the mode of operation of the threshing and separating device of the combine harvester when harvesting soybeans]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2019;1:60:50–56. (in Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2019.1.50>
6. Majorov AV, YAnukov NV, Lukina DV, Volkov AI. Issledovanie parametrov vozdušnogo potoka v kamere ochistki zernouborochnogo kombaina [Investigation of air flow parameters in the cleaning chamber of a combine harvester]. *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sel'skohozyajstvennyye nauki. Ekonomicheskie nauki. Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural sciences. Economic sciences*. 2018;3:15:45–52. (in Russ.). <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2018-4-3-45-51>
7. Aldoshin NV, Lylin NA. Sovershenstvovanie konstruksii ochistki zernouborochnogo kombaina [Improving the cleaning design of the combine harvester]. *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. Russian agricultural science*. 2017;6:58–61. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30773900&ysclid=m4qfivhsdt802669841>
8. Romanenko VN. Konstruksii otechestvennykh aktivatorov separatsii zernovogo vorokha ochistki zernouborochnogo kombaina [Designs of domestic activators of separation of a grain heap of cleaning of a combine harvester]. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta. Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University*. 2012;13:18:78–84. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20161922&ysclid=m4qfl7cofi12399047>
9. Lovchikov AP, Bzhezovskij AO., Makarovskaya ZV. Razrabotka kombinirovannoi sistemy ochistki zernovogo vorokha zernouborochnogo kombaina [Development of a combined system for cleaning the grain heap of a combine harvester]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. News of the Orenburg State Agrarian University*. 2020;3:83:157–159. (in Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-83-3-157-159>
10. Lovchikov AP, Bzhezovskij AO, Turchaninov SA, SHagin OS. Metodicheskii podkhod k issledovaniyu ehffektivnosti tekhnologicheskikh podprotsessov vetro-reshetnoi ochistki zernouborochnogo kombaina [Methodical approach to the study of the effectiveness of technological subprocesses of wind-sieve cleaning of a combine harvester]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. News of the Orenburg State Agrarian University*. 2020;3:83:178–184. (in Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-83-3-178-184>
11. Lovchikov AP, Kulagin SN. Teoreticheskii aspekt kombinatsii reshet sistemy ochistki zernouborochnogo kombaina [Theoretical aspect of the combination of sieves of the combine harvester cleaning system]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. News of the Orenburg State Agrarian University*. 2021;2:88:98–102. (in Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-88-2-98-102>
12. Popov VB, Baran IA. Komp'yuternoe modelirovanie aehrodinamicheskogo protsessa v sisteme ochistki samokhodnogo zernouborochnogo kombaina [Computer simulation of the aerodynamic process in

the cleaning system of a self-propelled combine harvester]. *Gornaya mekhanika i mashinostroenie. Mining mechanics and mechanical engineering*. 2021;4:74–81. (in Russ.). Available from: <https://elib.gstu.by/bitstream/handle/220612/25981/74-81.pdf>

13. Vihlyancev AA. Opredelenie osnovnykh parametrov raboty mekhanizma ochistki zernouborochnogo kombaina [Determination of the main parameters of the cleaning mechanism of the combine harvester]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. News of the Orenburg State Agrarian University*. 2020;5:85:114–116. (in Russ.). Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-osnovnykh-parametrov-raboty-mehanizma-ochistki-zernouborochnogo-kombayna/viewer>

14. Lovchikov AP, Kulagin SN. Obosnovanie sovershenstvovaniya vetro-reshetnoi ochistki zernouborochnogo kombaina [Justification for improving the wind-sieve cleaning of a combine harvester]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. News of the Orenburg State Agrarian University*. 2023;1:99:185–189. (in Russ.). <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2023-99-1-185-188>

15. Brichagina AA, Ilyin SN, Palvinsky VV, Stepanov NV, Pirozhkov DN. Avtomaticheskoe upravlenie rabotoi ochistki zernouborochnogo kombaina [Automatic control of the cleaning operation of the combine harvester]. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2021;11:205:93–97. (in Russ.). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2021-205-11-93-97>

Информация об авторах

В. А. Сахаров – ст. науч. сотр.;
А. В. Липкань – ст. науч. сотр.;
А. А. Кувшинов – канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;
В. С. Усанов – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.;
И. М. Присяжная – канд. техн. наук, доцент.

Information about the authors

V. A. Sakharov – Senior Researcher;
A. V. Lipkan – Senior Researcher;
A. A. Kuvshinov – Cand. of Tech. Sci., Senior Researcher;
V. S. Usanov – Cand. of Agri. Sci., Leading Researcher;
I. M. Prisyazhnaya – Cand. Tech. Sci., Associate Professor

**Статья поступила в редакцию 23.10.2024;
одобрена после рецензирования 08.11.2024;
принята к публикации 11.11.2024**

**The article was submitted 23.10.2024;
approved after reviewing 08.11.2024;
accepted for publication 11.11.2024**

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА**REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS****Научная статья**

УДК 631.52:633.853.52(571.6)

EDN: UAMQVL

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-3-59-79>**ОЦЕНКА СЛОЖИВШЕЙСЯ СТРУКТУРЫ ВЫСЕВАЕМЫХ СОРТОВ СОИ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ****Елена Александровна Волкова, Наталья Олеговна Смолянинова,
Валерий Викторович Реймер**Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, vea@vniisoi.ru

Аннотация. В статье представлен анализ структуры высеваемых семян сортов сои отечественной и иностранной селекции в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) в разрезе оригинаторов за период 2020–2023 гг. Исследования направлены на содействие импортозамещению семенного материала к 2030 году. Определены Топы основных возделываемых сортов сои в Амурской области, Приморском крае, Еврейской автономной области (ЕАО) и Хабаровском крае с указанием объёмов производства и названий фирм-производителей. Выявлено, что в 2023 году на территории Дальнего Востока было высеяно 109 сортов сои, из которых 73 сорта относятся к отечественной селекции. Доля данных сортов составляет 59,1 % от общего объёма. При этом на долю сортов Всероссийского научно-исследовательского института сои в общем объёме высеянных семян сои отечественной селекции в ДФО приходится 65 %. Для внедрения и расширения использования сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои на полях российских товаропроизводителей в 2024 г. заложено 47 площадок. Эти площадки будут функционировать как на базе научных и образовательных организаций, так и на площадках бизнес-партнеров. Данная работа будет способствовать выполнению поставленных задач в части импортозамещения высеваемого материала к 2030 году.

Ключевые слова: соя, Дальневосточный федеральный округ, отечественная и зарубежная селекция, объём высеянных семян, посевная площадь, оригинаторы.

Для цитирования: Волкова Е. А., Смолянинова Н. О., Реймер В. В. Оценка сложившейся структуры высеваемых сортов сои в Дальневосточном округе // *Агронаука*. 2024. Том 2. № 4. С. 69–79. EDN: UAMQVL. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-4-69-79>

Original article**ASSESSMENT OF THE CURRENT STRUCTURE OF SOYBEAN VARIETIES SOWN IN THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT****Elena A. Volkova, Natalia O. Smolyaninova, Valery V. Reimer**All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk, Russia, vea@vniisoi.ru

Abstract. The article presents an analysis of the sown seeds of soybean varieties of domestic and foreign breeding in the Far Eastern Federal District in the context of originators for the period 2020–2023. The tops of the main cultivated soybean varieties in the Amur Region, Primorsky Territory, EAO and Khabarovsk

© Волкова Е. А., Смолянинова Н. О., Реймер В. В., 2024

Territory are formed, indicating the volume and name of the manufacturer. It was revealed that 109 soybean varieties were sown in the Far East in 2023, of which 73 varieties of domestic breeding, accounting for 59.1%. In the total volume of sown soybean seeds of domestic breeding, the share of soybean Research Institute varieties in the Far Eastern Federal District accounted for 65%. In 2024, 47 sites were laid on the basis of scientific and educational organizations, as well as on the sites of business partners, to promote and introduce soybean varieties of the Federal State Budgetary Scientific Research Center of the Russian Research Institute of Soybeans in the fields of Russian producers. This work will contribute to the fulfillment of the tasks set in terms of import substitution of the sown material by 2030.

Keywords: soybeans, Far Eastern Federal District, domestic and foreign breeding, volume of sown seeds, sown area, originators.

For citation: Volkova EA, Smolyaninova NO, Reimer VV. Otsenka slozhivsheysya struktury vysevaemykh sortov soi v Dal'nevostochnom federal'nom okruge [Assessment of the current structure of soybean varieties sown in the far eastern federal district]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:4:69–79 (in Russ.). EDN: UAMQVL <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-3-69-79>

Введение

Импортозамещение представляет собой процесс постепенного вытеснения иностранных товаров на внутреннем рынке аналогами отечественного производства. В России необходимость ускорения развития национального производства сельскохозяйственного сырья и продовольственных товаров стала активно обсуждаться с начала второго десятилетия XXI века. Это обусловлено увеличением доли иностранных товаров в национальном потреблении продуктов на внутреннем рынке, что сигнализировало о нарушении показателей продовольственной безопасности. Государственные органы приняли соответствующие необходимые решения, которые стали выполняться [1].

Аграрный комплекс Российской Федерации добился значительных успехов в процессе реализации национальной программы импортозамещения. В настоящее время порог продовольственной безопасности достигнут по всем основным товарным группам, за исключением молока и молочной продукции. Вместе с тем, совокупная устойчивость российского АПК к внешним воздействиям остается недостаточной, прежде всего, вследствие высокого уровня зависимости от импортных поставок материально-технических ресурсов, в том числе семенного материала [4].

Наличие собственной семенной базы имеет высокую значимость для любого государства, стремящегося к суверенизации

своей экономики и продовольственной безопасности. Семенной фонд выступает стратегическим фактором обеспечения национальной безопасности страны [7]. Создание устойчивой системы селекции и семеноводства становится приоритетным направлением программы импортозамещения продовольственной безопасности на территории страны и ее регионов [6].

С целью обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации согласно распоряжению Правительства РФ от 23.12.2024 г. № 4133-р уровень высева семян сортов сои отечественной селекции к 2030 году должен достичь значения 75 % [2, 3, 5].

Цель исследования – провести анализ и оценку существующей структуры сортов сои, высеваемых в субъектах Дальневосточного федерального округа, с целью выявления объемов и ареалов распространения используемых в посевах сои семян отечественной и зарубежной селекции.

Результаты и обсуждение

В России основное производство сои сосредоточено на Дальнем Востоке. Самые большие площади сои – в Амурской области (898,7 тыс. га), на Приморский и Хабаровский края, Еврейскую автономную область приходится 441,7 тыс. га. В 2023 году на Дальнем Востоке было произведено 2017,6 тыс. т сои, в целом в России – 6823,6 тыс. тонн (таблица 1).

Средняя урожайность в РФ зафиксирована на уровне 1,9 т/га. В Дальневосточном федеральном округе в 2023 году урожайность сои оказалась на 0,4 т/га ниже общероссийского показателя. При этом в Амурской области урожайность достигла уровня 1,6 т/га, что выше средней урожайности в Дальневосточном федеральном округе на 0,1 т/га.

На территории Дальнего Востока в 2023 году было высеяно 109 сортов сои, из которых 36 сортов относятся к зарубежной

селекции. Объем высеянных семян зарубежной селекции составляет 51892,0 т, что соответствует 40,9 % от общего объема высеянных семян (таблица 2).

Проведенный анализ высеваемых сортов сои позволил выявить, что доля использования отечественной селекции в общем объеме высеянных семян в Российской Федерации в 2023 году составила 51,6 %, что больше показателя 2022 года на 2,7 процентных пункта, а к уровню 2020 года прирост составил 4,6 процентных пункта.

Таблица 1 – Посевная площадь, валовой сбор и урожайность сои в Дальневосточном федеральном округе в 2023 г.

Table 1 – Acreage, gross yield and yield of soybeans in the Far Eastern Federal District in 2023

Регион	Посевная площадь		Валовой сбор		Средняя урожайность, т/га
	тыс. га	удельный вес, %	тыс. тонн	удельный вес, %	
Российская Федерация	3627,6	100	6823,6	100	1,92
Дальневосточный федеральный округ, в том числе:	1340,2	37,0	2017,6	29,5	1,54
Амурская область	898,7	24,8	1428,7	20,9	1,59
Приморский край	294,7	8,13	369,3	5,4	1,37
Еврейская автономная область	113,4	3,13	169,5	2,5	1,43
Хабаровский край	33,6	0,93	49,9	0,7	1,77

*Источник: [8]

Таблица 2 – Распределение сортов, высеянных в 2023 году по основным оригинаторам в Дальневосточном федеральном округе

Table 2 – Distribution of varieties sown in 2023 by the main originators in the Far Eastern Federal District

Оригинатор	Кол-во сортов	Объем высеянных семян, тонн	Доля группы оригинаторов в общем объеме высеянных семян, %
Дальневосточный федеральный округ	109	127002,2	100,0
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои	25	48820,6	38,4
Другие НИИ	18	13234,9	10,4
Университеты	3	274,0	0,2
Организации, ИП, частные лица	27	12780,7	10,1
Зарубежная селекция	36	51892,0	40,9

В Дальневосточном федеральном округе последние два года доля сортов зарубежной селекции находится на уровне 40 % (таблица 3). По состоянию на 2023 год на долю сортов сои отечественной селекции в среднем по Дальневосточному федеральному округу приходится 59,1 %.

С целью повышения доли высева семян сортов сои отечественной селекции до уровня 75 % к 2030 году, ведётся работа научных учреждений округа, направленная на создание и внедрение новых высокопродуктивных сортов. На долю научных учреждений, занимающихся селекцией в

Дальневосточном федеральном округе, приходится 62055,5 т высеванных семян, что составляет 48,8 %. К данным организациям относятся ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (г. Благовещенск, Амурская область), ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН (с. Восточное, Хабаровский край), ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайка» (г. Уссурийск, Приморский край).

В таблице 4 представлен Топ-15 сортов сои, которые были высеяны на Дальнем

Востоке в 2023 году в разрезе оригинаторов, из которых 5 сортов – селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои. При этом три сорта входят в пятерку лидеров.

В Амурской области, являющейся лидером по производству сои в Российской Федерации, по данным 2023 года распределение доли высеванных семян между отечественной и зарубежной селекциями складывается в пользу отечественной – 58,2 %

Таблица 3 – Структура высеванных семян сортов сои, %

Table 3 – The structure of the sown seeds of soybean varieties, %

Регионы	Год							
	2020		2021		2022		2023	
	ЗС*	ОТ*	ЗС	ОТ	ЗС	ОТ	ЗС	ОТ
Российская Федерация	47,0	53,0	49,1	50,9	51,1	48,9	48,4	51,6
Дальневосточный федеральный округ	35,9	64,1	36,9	63,1	40,7	59,3	40,9	59,1
Амурская область	33,2	66,8	33,3	66,7	40,1	59,9	41,8	58,2
Приморский край	47,1	52,9	50,3	49,7	42,4	57,6	38,2	61,8
Еврейская автономная область	1,6	98,4	26,7	73,3	49,4	50,7	43,1	56,9
Хабаровский край	0,3	99,7	7,4	92,6	17,2	82,9	23,3	76,7

*ЗС – доля сортов зарубежной селекции; **ОТ – доля сортов отечественной селекции.

Таблица 4 – Топ-15 сортов сои, высеванных в ДФО в 2023 году

Table 4 – Top-15 soybean varieties sown in the Far Eastern Federal District in 2023

№ п/п	Сорт	Объём высеванных семян, тонн	Удельный вес, %	Оригинатор
1	Китросса	11030,3	8,7	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
2	Умка	8309,3	6,5	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
3	ОАК Пруденс	7348,3	5,8	Huron Commodities Incorporation
4	Алена	6959,3	5,5	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
5	Опус	6562,9	5,2	Semences Prograin Incorporation
6	Марината	5351,0	4,2	ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН
7	Батя	4922,2	3,9	ООО «Спорос»
8	Киото	4832,2	3,8	Semences Prograin Incorporation
9	Рось	4654,8	3,7	ООО «Соя-Север Ко»
10	Бара	4469,5	3,5	ООО Компания «Соевый Комплекс»
11	Сентябринка	4041,1	3,2	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
12	Кордоба	3710,6	2,7	Saatbau Linz Egen Schirmerstrasse
13	Кофу	3486,8	2,7	Semences Prograin Incorporation
14	Грация	3137,8	2,5	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
15	Даурия	2653,1	2,1	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
Итого Топ-15		81469,2	64,1	–
Другие сорта		45533,0	35,9	–
Высеяно всего		127002,2	100	–

(таблица 5). При этом на долю сортов сои селекции ФНЦ ВНИИ сои приходится 45,0 %, другие НИИ – 4,2 %, на селекцию российских организаций, ИП и частных лиц – 9,0 %. На долю Топ-15 сортов сои в ДФО приходится 64,1 % от общего объема высеянных семян в 2023 году.

С целью выполнения целевых показателей к 2030 году в Амурской области необходимо обеспечить импортозамещение высеваемого материала на 16,8 %.

Основным оригинатором в Амурской области является ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои. Данный оригинатор имеет в своём распоряжении 7 из 15 сортов сои, представленных в Топ-15, включая 3 сорта, входящих в пятерку лидеров по объемам высеянных семян (таблица 6). Общий объем семян сортов сои, входящих в Топ-15 Амурской области, составил 67915,6 тонн в 2023 году, удельный – 71,1 %.

Таблица 5 – Распределение сортов семян сои высеянных в 2023 году по основным оригинаторам в Амурской области

Table 5 – Distribution of soybean seed varieties sown in 2023 by the main originator in the Amur region

Оригинатор	Кол-во сортов	Объем высеянных семян, тонн	Доля группы оригинаторов в общем объеме высеянных семян, %
Амурская область, всего	80	95464,6	100,0
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои	24	42940,0	45,0
Другие НИИ	6	4018,3	4,2
Зарубежная селекция	29	39910,3	41,8
Университеты	0	0	0
Организации, ИП, частные лица	21	8596,1	9,0

Таблица 6 – Топ-15 сортов сои, высеянных в Амурской области в 2023 году

Table 6 – Top 15 soybean varieties sown in the Amur region in 2023

№ п/п	Сорт	Объем высеянных семян, тонн	Удельный вес, %	Оригинатор
1	Умка	8184,3	8,6	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
2	ОАК Пруденс	7348,3	7,7	Huron Commodities Incorporation
3	Китросса	6754,6	7,1	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
4	Алена	6420	6,7	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
5	Опус	4723,8	4,9	Semences Prograin Incorporation
6	Рось	4654,0	4,9	ООО «Соя-Север Ко»
7	Бара	4286,9	4,5	ООО Компания «Соевый Комплекс»
8	Сентябринка	3924,1	4,1	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
9	Кордоба	3708,9	3,9	Saatbau Linz Egen
10	Марината	3369,3	3,5	ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН»
11	Батя	3236,0	3,4	ООО «Спорос»
12	Кофу	3199,0	3,4	Semences Prograin Incorporation
13	Грация	3025,8	3,2	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
14	Даурия	2653,1	2,8	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
15	Лидия	2427,5	2,5	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
Итого Топ-15		67915,6	71,1	–
Другие сорта		27549,0	28,9	–
Высеяно всего		95464,6	100	–

На втором месте по объемам производственных показателей на Дальнем Востоке является Приморский край. Для данного региона также характерно преобладание сортов отечественной селекции, доля которых в 2023 году составила 61,8 % (таблица 7).

Общее количество сортов, высеянных

на территории Приморского края в 2023 году, составило 62 единицы, из которых 10 сортов относятся к сортам селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои (таблица 8). Более 85 % от общего объема высеянных семян в 2023 году в Приморском крае пришлось на сорта Топ-15.

Таблица 7 – Распределение сортов сои, высеянных в 2023 году по основным оригинаторам в Приморском крае

Table 7 – Distribution of soybean varieties sown in 2023 by the main originator in Primorsky Krai

Оригинатор	Кол-во сортов	Объем высеянных семян, тонн	Доля группы оригинаторов в общем объеме высеянных семян, %
Приморский край, всего	62	26909,5	100,0
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои	10	4744,5	17,6
Другие НИИ	14	7821,9	29,1
Зарубежная селекция	24	10274,7	38,2
Университеты	3	274,0	1,0
Организации, ИП, частные лица	11	3794,4	14,1

Таблица 8 – Топ-15 сортов сои, высеянных в Приморском крае в 2023 г.

Table 8 – Top-15 soybean varieties sown in Primorsky Krai in 2023

№ п/п	Сорт	Объем высеянных семян, тонн	Удельный вес, %	Оригинатор
1	Киото	4304,2	16,0	Semences Prograin Incorporation
2	Китросса	3865,7	14,4	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
3	Муссон	2599,7	9,7	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»
4	Терек	2061,5	7,7	ООО «Форарго»
5	Опус	1639,1	6,1	Semences Prograin Incorporation
6	Приморская 4	1637,3	6,1	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»
7	Асука	1437,3	5,3	Semences Prograin Incorporation
8	Батя	1393,3	5,2	ООО «Спорос»
9	Приморская 86	856,02	3,2	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»
10	Сфера	782,05	2,9	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»
11	Марината	732,8	2,7	ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН»
12	Приморская 96	631,9	2,3	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»
13	Фурио	534,1	2,0	Semences Prograin Incorporation
14	Ариса	363,5	1,4	Semences Prograin Incorporation
15	Сибيريا	322,0	1,2	Semences Prograin Incorporation
Итого Топ-15		23160,5	86,1	–
Другие сорта		3749,0	13,9	–
Высеяно всего		26909,5	100	–

В тройку лидеров входят сорта двух основных научных учреждений, которые занимаются селекцией и семеноводством сои на Дальнем Востоке – ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои и ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»

Распределение сортов по основным оригинаторам в Хабаровском крае представлено в таблице 9. В пределах Хабаровского края в 2023 году было высеяно 14 сортов сои общим объемом в 1447,0 тонн.

На долю научных учреждений, занимающихся селекцией, приходится 62,6 % от общего объема использованных для посева в регионе семян.

Основной сорт сои, семена которого были использованы в качестве семенного материала для посевов в Хабаровском крае принадлежит к селекции ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН», объем высева составил 589,9 т (таблица 10).

Таблица 9 – Распределение сортов сои, высеянных в 2023 году по основным оригинаторам в Хабаровском крае

Table 9 – Distribution of varieties sown in 2023 by the main originators in the Khabarovsk Krai

Оригинатор	Кол-во сортов	Объем высеянных семян, тонн	Доля группы оригинаторов в общем объеме высеянных семян, %
Хабаровский край, всего	14	1447,0	100,0
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои	6	276,1	19,1
Другие НИИ	2	629,7	43,5
Зарубежная селекция	3	337,0	23,3
Университеты	0	0	0,0
Организации, ИП, частные лица	3	204,2	14,1

Таблица 10 – Топ-10 сортов сои, высеянных в Хабаровском крае в 2023 году

Table 10 – Top-10 soybean varieties sown in the Khabarovsk Territory in 2023

№ п/п	Сорт	Объем высеянных семян, тонн	Удельный вес, %	Оригинатор
1	Марината	589,9	40,8	ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН»
2	Нордика	270,0	18,7	Semences Prograin Incorporation
3	Батя	196,9	13,6	ООО «Спорос»
4	Китросса	114,0	7,9	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
5	Грация	62,0	4,3	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
6	Статная	48,0	3,3	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
7	Сентябринка	45,0	3,1	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
8	Хабаровский Юбиляр	39,8	2,8	ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН»
9	Хана	36,0	2,5	Semences Prograin Incorporation
10	Асука	31,0	2,1	Semences Prograin Incorporation
Итого Топ-10		1432,6	99,0	–
Другие сорта		14,4	1,0	–
Высеяно всего		1447,0	100	–

Сорта сои селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои представлены в более обширном перечне – 4 сорта (Китросса, Грация, Статная и Сентябринка) с итоговым объемом высева

на территории Хабаровского края, равным 269,0 т.

По результатам 2023 года в Еврейской автономной области доля сортов сои рос-

сийской селекции составила 56,9 % (таблица 11).

Основным оригинатором зарубежной селекции сои в Еврейской автономной области выступила иностранная фирма Semences Prograin Incorporation (таблица 12). Данной организации из 15 сортов принадлежат пять, с общим объемом высева в 2023 году, равным 835 т семян. Сортам-ли-

дерам из списка Топ-15 принадлежит 90 % общего объема семян сои, высеянных в ЕАО в 2023 году.

В Топ-15 вошли три сорта селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои. В том числе два сорта, входят в состав тройки лидеров высеянных сортов в 2023 году.

Таблица 11 – Распределение сортов сои, высеянных в 2023 году по основным оригинаторам в Еврейской автономной области

Table 11 – Distribution of soybean varieties sown in 2023 by the main originator in the Jewish Autonomous Region

Оригинатор	Кол-во сортов	Объем высеянных семян, тонн	Доля группы оригинаторов в общем объеме высеянных семян, %
ЕАО всего	26	3181,0	100,0
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои	6	860,0	27,0
Другие НИИ	4	765,0	24,0
Зарубежная селекция	14	1370,0	43,1
Университеты	0	0	0,0
Организации, ИП, частные лица	2	186,0	5,8

Таблица 12 – Топ-15 сортов сои, высеянных в Еврейской автономной области в 2023 году

Table 12 – Top-15 soybean varieties sown in the Jewish Autonomous Region in 2023

№ п/п	Сорт	Объем высеянных семян	Удельный вес, %	Оригинатор
1	Марината	659,0	20,7	ФГБУН «ХФИЦ ДВО РАН»
2	Алена	400,0	12,6	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
3	Китросса	296,0	9,3	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
4	Нордика	210,0	6,6	Semences Prograin Incorporation
5	Опус	200,0	6,3	Semences Prograin Incorporation
6	Хана	185,0	5,8	Semences Prograin Incorporation
7	Фурио	150,0	4,7	Semences Prograin Incorporation
8	Приморская 69	100,0	3,1	ФГБНУ «ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»
9	Умка	100,0	3,1	ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои
10	Аурелина	100,0	3,1	Saatbau Linz Egen
11	Батя	96,0	3,0	ООО «Спорос»
12	ЕС Командор	95,0	3,0	Lidea France
13	Бара	90,0	2,8	ООО Компания «Соевый Комплекс»
14	Кофу	90,0	2,8	Semences Prograin Incorporation
15	Лиссабон	90,0	2,8	Agreliant Genetics Incorporation
Итого Топ-15		2861,0	89,9	–
Другие сорта		320,0	10,1	–
Высеяно всего		3181,0	100	–

Выводы

На территории Дальнего Востока в 2023 году было высеяно 109 сортов сои, из которых 73 сорта отечественной селекции, на долю которых приходится 59,1 %. С целью обеспечения 75 % высева семян сортов сои отечественной селекции к 2030 году необходимо обеспечить импортозамещение высеваемого семенного материала иностранной селекции на 15,9 %. В данном направлении ведется активная работа научных учреждений Дальневосточного федерального округа – ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН, ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайка».

По результатам 2023 года в общем объеме высеянных семян сои отечественной селекции на долю сортов Всероссийского научно-исследовательского института сои в Дальневосточном федеральном округе пришлось 65 %. На сегодняшний день ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои является одним из крупнейших селекционно-семеноводческих центров страны, обладающим значительным научным и производственным потенциалом. В ТОП-10 сортов сои селекции ВНИИ сои, которые высеваются на территории Дальневосточного федерального округа по состоянию на 2023 год, вошли

сорта Китросса, Умка, Алёна, Сентябринка, Грация, Даурия, Лидия, Нега 1, Лазурная и Невеста.

За годы своей деятельности селекционеры ВНИИ сои создали более ста сортов сои, из которых на сегодняшний день 36 сортов включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации. Эти сорта имеют период вегетации от 85...90 дней (ультраскороспелые) до 120...130 дней (позднеспелые) и обладают потенциалом продуктивности до 4,2 тонны с гектара. Кроме того, содержание белка в семенах достигает 43 %.

С целью проведения работ по экологическому испытанию сортов сои селекции ВНИИ сои в 2024 г. заложено 47 площадок как на базе научных и образовательных учреждений, так и на площадках бизнес-партнёров. Данная работа будет способствовать продвижению и внедрению сортов сои селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои на полях российских товаропроизводителей, что, в свою очередь, поможет в реализации поставленных перед страной задач в области импортозамещения высеянного материала.

Список источников

1. Литвинов Е. А., Савинов Ю. А., Тарановская Е. В. Импортозамещение в России: текущее состояние и перспективы // *Международная экономика*. 2021. № 5. С. 324–334. EDN: BZXPUV. <https://doi.org/10.33920/vne-04-2105-01>
2. Лукомец А. В. К вопросу терминологии в рамках реализации положений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации // *Зелёная экономика: курс на устойчивое развитие в современных условиях: Материалы Международной научно-практической онлайн конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных, практических работников и студентов, Ростов-на-Дону, 25 марта 2022 года*. Ростов-на-Дону: Индивидуальный предприниматель Беспамятов Сергей Владимирович, 2022. С. 141–145. EDN: QLPNKM. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=qlpnkm&ysclid=m4qftfpzp9766798998>
3. Мельников Б. А., Власенко С. К., Черникова И. А. Импортозамещение в национальном АПК как основа продовольственного самообеспечения РФ // *Естественно-гуманитарные исследования*. 2023. № 6 (50). С. 327–332. EDN: MCDSDU. <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2019-17042>
4. Некрасов Р. В. Импортозамещение в семеноводстве – новый уровень продовольственной безопасности России // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2020. № 6(188). С. 60–68. <https://doi.org/10.46554/1993-0453-2020-6-188-60-68>. EDN: CDCHVK.
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209120021?index=1&rangeSize=1> (Дата обращения: 10.10.2024).
6. Сапожникова С. М. Развитие селекции и семеноводства России в рамках программы импортозамещения // *Экология и экономика: проблемы и поиски путей устойчивого регионального разви-*

тия: Сборник статей по материалам IV Всероссийской научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов Ивановского филиала Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова, Иваново, 19 апреля 2022 года. Иваново: Ивановский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», 2022. С. 258–262. EDN: GTCFQJ. URL: <https://xn--p1ag3a.xn--p1ai/~file/54240/СБОРНИК+ППС+2022г.+окончательный.pdf>

7. Чудакова С. А. Продовольственная безопасность на российском и региональном уровне // В сборнике: Социально-экономическое развитие регионов России: тенденции, проблемы, перспективы. Сборник научных трудов I Всероссийской научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 252–256. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45665208&ysclid=m4qg1zce82425878219>

8. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (Дата обращения: 15.09.2024).

References

1. Litvinov EA, Savinov YUA, Taranovskaya EV. Importozameshchenie v Rossii: tekushchee sostoyanie i perspektivy [Import substitution in Russia: current state and prospects]. *Mezhdunarodnaya ekonomika. International Economics*. 2021;5:324–334. EDN: BZXPUV. (in Russ.). <https://doi.org/10.33920/vne-04-2105-01>

2. Lukomets AV. K voprosu terminologii v ramkakh realizatsii polozhenii Doktriny prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii [On the issue of terminology in the framework of the implementation of the provisions of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation]. *Zelenaya ekonomika: kurs na ustoichivoe razvitie v sovremennykh usloviyakh: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi onlain konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, molodykh uchenykh, prakticheskikh rabotnikov i studentov, Rostov-na-Donu, 25 marta 2022 goda. Green Economy: a course towards sustainable development in modern conditions: Proceedings of the International scientific and practical online conference of faculty, young scientists, practitioners and students, Rostov-on-Don, March 25, 2022. Rostov-on-Don: Individual entrepreneur Bespamyatnov Sergey Vladimirovich, 2022;141–145. EDN: QLPNKM. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=qlpnkm&ysclid=m4qftfpzp9766798998>*

3. Melnikov BA, Vlasenko SK, Chernikova IA. Importozameshchenie v natsional'nom APK kak osnova prodovol'stvennogo samoobespecheniya RF [Import substitution in the national agro-industrial complex as the basis for food self-sufficiency of the Russian Federation]. *Estestvenno-gumanitarnye issledovaniya. Natural Sciences and Humanities*. 2023;6:50:327–332. EDN: MCDSDU. (in Russ.).

4. Nekrasov RV. Importozameshchenie v semenovodstve – novyi uroven' prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossii [Import substitution in seed production - a new level of food security for Russia]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. Bulletin of the Samara State University of Economics*. 2020; 6:188:60–68. EDN: CDCHVK. (in Russ.). <https://doi.org/10.46554/1993-0453-2020-6-188-60-68>

5. *Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 8 sentyabrya 2022 g. № 2567-r ob utverzhenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030. Order of the Government of the Russian Federation of September 8, 2022 No. 2567-r on approval of the Strategy for the Development of the Agro-Industrial and Fisheries Complexes of the Russian Federation for the Period up to 2030.* (in Russ.). Available from: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202209120021?index=1&rangeSize=1> (Accessed 10 October 2024).

6. Sapozhnikova SM. Razvitie seleksii i semenovodstva Rossii v ramkakh programmy importozameshcheniya [Development of Breeding and Seed Production in Russia within the Framework of the Import Substitution Program]. *Ehkologiya i ekonomika: problemy i poiski putei ustoichivogo regional'nogo razvitiya: Sbornik statei po materialam IV Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii преподаvatelei, aspirantov, magistrantov Ivanovskogo filiala Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova, Ivanovo, 19 aprelya 2022. Ecology and Economics: Problems and Search for Ways of Sustainable Regional Development: Collection of Articles Based on the Materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference of Teachers, Postgraduate Students, and Master's Students of the Ivanovo Branch of the Plekhanov Russian University of Economics, Ivanovo, April 19, 2022. Ivanovo: Ivanovo branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Plekhanov Russian University of Economics", 2022;258–262. EDN: GTCFQJ. (in Russ.). Available from: <https://xn--p1ag3a.xn--p1ai/~file/54240/СБОРНИК+ППС+2022г.+окончательный.pdf>*

7. Chudakova SA. Prodovol'stvennaya bezopasnost' na rossiiskom i regional'nom urovne [Food security

at the Russian and regional levels]. *V sbornike: Sotsial'no-ehkonomicheskoe razvitie regionov Rossii: tendentsii, problemy, perspektivy. Sbornik nauchnykh trudov I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. In the collection: Socio-economic development of Russian regions: trends, problems, prospects. Collection of scientific papers of the 1st All-Russian scientific and practical conference. Volgograd, 2021;252–256. (in Russ.). Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45665208&ysclid=m4qg1zce82425878219>*

8. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki (Rosstat). Federal State Statistics Service (Rosstat). (in Russ.). Available from: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (Accessed 15 September 2024).*

Информация об авторах

Е. А. Волкова – директор ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, канд. экон. наук, доцент;
Н. О. Смолянинова – науч. сотр.;
В. В. Реймер – д-р экон. наук, профессор, гл. науч. сотр. ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои.

Information about the authors

E. A. Volkova – Dir. of the FSBSI FSC «All-Russian Scientific Research Institute, Cand. of Econ. Sci., Associate Professor;
N. O. Smolyaninova – Researcher;
V. V. Reimer – Dr. Econ. Sci., Professor, Chief Researcher, FSBSI FSC «All-Russian Scientific Research Institute.

***Статья поступила в редакцию 26.11.2024;
одобрена после рецензирования 28.11.2024;
принята к публикации 02.12.2024***

***The article was submitted 26.11.2024;
approved after reviewing 28.11.2024;
accepted for publication 02.12.2024***

ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РОМАНА ДАНИЛОВИЧА ЧЕПЕЛЕВА – АМУРСКОГО СЕЛЕКЦИОНЕРА В ОБЛАСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Амурская земля известна своими выдающимися людьми, в числе которых Роман Данилович Чепелев – учёный-селекционер в области многолетних трав. В 2024 году мы отмечаем 110-летие со дня его рождения.

На протяжении всей своей сознательной жизни Роман Данилович неустанно трудился на благо аграрного производства Амурской области. Его долгосрочная селекционно-семеноводческая работа по выведению и улучшению многолетних трав внесла значительный вклад в развитие травосеяния в регионе. Благодаря ему, процесс освоения севооборотов стал быстрее, и были созданы культурные пастбища для общественного животноводства.



Роман Данилович Чепелев родился 27 июля 1914 года в селе Хотимск, находившемся тогда в Могилёвской губернии (Республика Беларусь). Вырос в крестьянской семье, образование полу-

чил в Хотимской семилетней школе для крестьянской молодёжи, которую успешно окончил в 1931 году. Затем продолжил своё образование на курсах Рабфака при сельскохозяйственной академии в городе Горки, Белорусская ССР, что дало ему возможность поступить на факультет растениеводства данной академии.



Выпускники Хотимской школы крестьянской молодёжи, 1931 г. (Р. Д. Чепелев третий справа, во 2-м ряду сверху)



Студенты 5 курса Белорусской с.-х. академии, 1937 г. (Р. Д. Чепелев второй справа, во 2-м ряду)

Учёба в те времена была нелёгкой: страна переживала трудности и голод. Родители Романа могли лишь иногда отправлять ему продукты, которых постоянно не хватало. Поэтому ему приходилось совмещать учёбу с работой, чтобы обеспечить себя всем необходимым.

В этот сложный период жизни Роману Чепелеву очень пригодилось умение хорошо рисовать. Однажды, изучая клетку под микроскопом, учёный смог точно зарисовать её, что привлекло внимание преподавательницы. Она попросила его нарисовать клетку на плакате, за что тот и получил денежное вознаграждение. Способность хорошо рисовать не раз выручала его в студенческие годы и позже.

В 1937 году Роман завершил учёбу в сельскохозяйственной академии. Получив специальность агронома-полевода, был направлен на работу в Октябрьский район Амурской области. Вскоре его призвали в Рабоче-крестьянскую Красную армию. Служба проходила в Биробиджане, в 12-м узкоколейном железнодорожном полку.



Хасанский район Приморского края, июль-август 1938 г. (Р. Д. Чепелев второй справа)

После публикации постановления Центрального Комитета Всесоюзной коммуни-

стической партии большевиков «О каучуке» 31 декабря 1929 года, в стране стало активно развиваться производство синтетического каучука, в том числе через культивирование новой культуры – кок-сагыза (многолетнее травянистое растение семейства астровых, которое в то время содержало 27,55 % каучуковых веществ. Роман Данилович проявил инициативу и на Улетуйском опытном поле (Бурейский район Амурской области) стал заниматься выращиванием данной сельскохозяйственной культурой. На второй год посева кок-сагыза урожай составил 75 кг/га семян и 40 ц/га корней. Основываясь на результатах исследований, он и пришел к выводу, что при соблюдении агротехники кок-сагыз может стать высококорентабельной культурой.

Успехи на Улетуйском опытном поле привели к тому, что Романа Даниловича назначили краевым инспектором по кок-сагызу, а с января 1939 года – директором Улетуйского опытного поля в Бурейском районе. В 1940 году он вступил в ряды Коммунистической Партии Советского Союза.



Улетуйское опытное поле, 1940 г.

Война с немецко-фашистскими захватчиками прервала мирную трудовую деятельность Р. Д. Чепелева. 22 марта 1942 года его направили на офицерские курсы при Киевском пехотном училище, которое было эвакуировано в сибирский город Ачинск. После успешного окончания курсов в звании лейтенанта он остался для дальнейшей службы в училище. Благодаря своему высшему агрономическому образованию и практическому опыту в сельском хозяйстве, Роман Данилович был назначен заведующим подсобным хозяйством. Именно здесь, в Ачинске, он встретил свою будущую супругу Марию Ефремовну (1926–1992), которая работала в том же хозяйстве. Вскоре они поженились, и их счастливая жизнь началась в этом сибирском городке.

После окончания войны в 1945 году училище передислоцировали в Киев, и мо-

лодая семья последовала за ним, продолжая службу и работу в подсобном хозяйстве училища. Роману Даниловичу предлагали остаться на постоянной основе, но его душа стремилась на Дальний Восток, который он полюбил всем сердцем. И в феврале 1946 года молодожёны Роман Данилович и Мария Ефремовна переехали в Биробиджан, где Роман Данилович стал работать на Биробиджанской опытной станции заведующим отделом кормопроизводства. Здесь у них родился первый сын Владимир, будущий педагог.

В январе 1948 года семья переехала в Бурейский район Амурской области, где Роман вновь занял должность директора Улетуйского опытного поля. Стремясь к научной деятельности, в октябре 1952 года он был переведён на Амурскую опытную станцию, став заведующим отделом агротехники.



Сотрудники Амурской областной с.-х опытной станции, 1963 г.: (Р. Д. Чепелев на 1-м фото – третий слева в первом ряду; на 2-м фото – четвёртый слева, во втором ряду)

25 марта 1955 года ЦК КПСС и Совет министров СССР издали постановление о поддержке колхозов, рекомендовав на руководящие позиции специалистов с высшим и средним сельскохозяйственным образованием, в числе которых оказался Роман Че-

пелев, а с апреля 1955 года – председателем колхоза «Восход» в селе Домикан. Под его руководством в этой местности появились радио, электричество, детский сад, медпункт и клуб. Построили новую ферму и кормоцех, расширили зерновой двор.



Работники группы селекции многолетних трав, 1967 г. (Р. Д. Чепелев второй справа)

В Домикане Роман Данилович Чепелев окончательно определился с направлением своей научной деятельности — многолетними и однолетними травами. Возделывание многолетних трав, наряду с другими кормовыми культурами, обеспечивает животноводство достаточным количеством грубых и зелёных кормов. Введение их в севооборот значительно повышает плодородие почвы, обогащая её органическими веществами, накапливая азот и формируя прочную структуру в пахотном слое.



Р. Д. Чепелев на питомнике исходного материала многолетних трав, 1967 г. (на фото слева); авторское свидетельство Р. Д. Чепелева и др. авторов (справа)

Тягу Романа Даниловича к науке и новым знаниям заметили, и в 1958 году его направили на Амурскую государственную сельскохозяйственную опытную станцию заведующим лабораторией мелиорации.

Уже через год он возглавил отдел научно-технической информации и пропаганды, одновременно активно занимаясь селекцией многолетних трав, продолжая эту работу после преобразования станции во ВНИИ сои в 1968 году.

В результате многолетней селекционно-семеноводческой работы Р. Д. Чепелевым были выведены и переданы в государственное сортоиспытание многолетние травы: кострец безостый «ВНИИС 54», «волоснец 10» и клевер красный «ВНИИС 510». По результатам своих исследовательских работ селекционер Чепелев опубликовал десятки научных статей. В книге «Сорная растительность Приамурья», опубликованном автором в 1977 году, им подробно описаны 84 вида сорняков, почти 80% из которых характерны для Дальнего Востока России. Значимы для аграрной науки Приамурья его многолетние изучения биологических особенностей этих растений.

Заслуживают восхищения, созданные им уникальные акварельные рисунки в натуральную величину и в десятикратном увеличении. Селекционер мастерски рисовал флору, точно передавая формы и цвета каждого цветка. Многие обращались к нему с просьбой об иллюстрациях, и он с радостью откликался. Его оригинальные зарисовки украсили не одно издание научной литературы ВНИИ сои того времени.

Роман Данилович представлял научные разработки ВНИИ сои на Амурской ВДНХ в Москве, за что институт был удостоен бронзовой медали. Благодаря его инициативе была создана зелёная зона из хвойных насаждений вокруг села Садовое.



Всесоюзная сельскохозяйственная выставка, г. Москва, 1956 г. (Р. Д. Чепелев второй справа, в 1-м ряду)



*Первые посадки хвойного леса, 1965 г.
(Р. Д. Чепелев первый слева)*

Роман Данилович Чепелев неоднократно оказывал поддержку в повышении квалификации агрономов и бригадиров полеводства в Амурской школе подготовки кадров. Регулярно публиковал научно-практическую информацию в местных газетах и активно занимался патриотическим воспитанием молодёжи в Садовской средней образовательной школе, возглавляя комиссию по контролю над деятельностью администрации.

Жизнь и труд Романа Даниловича Чепелева стали ярким примером преданности своему делу и родной земле. Уйдя на заслуженный отдых в 1974 году, Роман Данилович удостоился звания первого «Почётного гражданина села», что подчёркивает высокую оценку его заслуг местным сооб-

ществом. Даже на пенсии он не останавливался на достигнутом – активно участвуя в жизни села и в работе парторганизации Опытного-производственного хозяйства, он продолжал вдохновлять окружающих высоким уровнем сознательности и требовательности к себе и другим.

Жизненный путь Романа Даниловича печально завершился 27 марта 1988 года после длительной болезни, однако память о нём остаётся яркой и светлой. Роман Данилович оставил наследие не только в виде научных трудов и селекционных достижений, но и в виде семьи, которая продолжает его дело. Сыновья Пётр и Виктор, окончившие БСХИ, внук Григорий и правнуки, среди которых Ирина и Егор, являются достойными продолжателями династии агрономов Чепелевых. Ценности и традиции, заложенные Романом Даниловичем, живут и развиваются в следующих поколениях, подтверждая значимость его вклада в агрономию и сельское хозяйство, а также его неугасимую любовь к родной земле.

*Г. П. Чепелев,
старший научный сотрудник
лаборатории селекции
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои*

Ляна

СРЕДНЕСПЕЛЫЙ СОРТ СОИ

Оригинатор – ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои



РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЗОНАХ
С СУММОЙ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР 1800...2000 °С

НОВИНКА СЕЛЕКЦИИ ВНИИ СОИ



ФГБНУ ФНЦ
ВНИИ сои

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА

- Период вегетации – 104...109 дней
- Высота растения – 73...95 см
- Масса 1000 семян – 201,7...224,3 г
- Белок – 39,9...41,9 %
- Жир – 18,6...20,9 %
- Срок посева – с 20 мая по 10 июня
- Потенциальная урожайность – 3,15 т/га
- Содержание P_2O_5 в почве – не менее 40 мг/кг почвы

ПРЕИМУЩЕСТВА СОРТА ПЕРЕД ИЗВЕСТНЫМИ

Высокопродуктивный, превышает стандартный сорт сои Лидия по урожайности семян на 0,23 т/га. Растения сорта сои Ляна высокоустойчивы к филлоктикозу и бактериозу, устойчивы к церкоспорозу, септориозу и корневым гнилям. В годы изучения отмечено слабое поражение данного сорта пероноспорозом, проявления аскохитоза на листьях не было.

Для повышения семенной продуктивности культуры рекомендуется обработка семян микробиологическим удобрением совместно с раствором молибдата аммония и биопрепаратами, во влажные годы – фунгицидами, а также возделывание в зонах с суммой активных температур 1800...2000 °С. Предназначен для выращивания на зерно с использованием как на пищевые, так и кормовые цели.

ВКЛЮЧЁН В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР СЕЛЕКЦИОННЫХ
ДОСТИЖЕНИЙ РФ В 2024 ГОДУ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПО ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМУ РЕГИОНУ

ОЛИМП

СРЕДНЕСПЕЛЫЙ СОРТ СОИ

Оригинатор – ФГБНУ ФНЦ ВНИИ



РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЗОНАХ С
СУММОЙ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР 1900...2600 °С

НОВИНКА СЕЛЕКЦИИ ВНИИ СОИ



ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТА

- Период вегетации – 110...117 дней
- Высота растения – 82...89 см
- Масса 1000 семян – 172,0...188,0 г
- Белок – 37,9...40,3 %
- Жир – 18,8...20,3 %
- Срок посева – с 15 мая по 01 июня
- Потенциальная урожайность – 3,72 т/га
- Содержание P_2O_5 в почве – не менее 40 мг/кг почвы

ПРЕИМУЩЕСТВА СОРТА ПЕРЕД ИЗВЕСТНЫМИ

Устойчив к переувлажнению, относительно устойчив к полеганию. Растения сорта сои Олимп высокоустойчивы к бактериозу (*Bacterium glycineum* Coerper) и филлостиктозу (*Phyllosticta soyaecola* Massal), устойчивы к септориозу (*Septoria glycinis* Hemmi.), церкоспорозу (*Cercospora kikuhii*) и корневым гнилям (*Fusarium*). Поражение пероноспорозом (*Peronospora manshurica* Naum.) слабое.

Для повышения семенной продуктивности культуры рекомендуется предпосевная обработка семян микробиологическим удобрением совместно с раствором молибдата аммония и биопрепаратами, во влажные годы – фунгицидами, а также возделывание в зонах с суммой активных температур 1900...2600 °С. Предназначен для выращивания на зерно с использованием как на пищевые, так и кормовые цели.

ВКЛЮЧЁН В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР СЕЛЕКЦИОННЫХ
ДОСТИЖЕНИЙ РФ В 2024 ГОДУ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПО ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМУ РЕГИОНУ

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ СТАТЕЙ

Редакция научно-практического журнала «Агронаука» приглашает к сотрудничеству учёных, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи последующим научным специальностям: 4.1. Агронимия, лесное и водное хозяйство; 4.3. Агроинженерия и пищевые технологии; 5.2. Экономика.

1. Для издания в журнале принимаются ранее не опубликованные статьи, при условии, что она соответствует требованиям, размещённым на сайте журнала, а также в его текущих номерах.
2. В редакцию по электронной почте **agronauka@vniiso.ru** необходимо предоставить следующие материалы:
 - статью, имя файла которой начинается с фамилии первого автора и первых трёх слов названия статьи;
 - авторские карточки (на каждого автора отдельная карточка), их необходимо заполнить, подписать, сканировать и выслать в формате PDF и Word.
3. Уведомление авторов о получении материалов осуществляется ответственным секретарём в трёхдневный срок.
4. Поступившие статьи проверяются в системе «Руконтекст» для выявления возможных некорректных заимствований и отправляются на рецензирование, по результатам которого принимается окончательное решение о целесообразности опубликования поданных материалов.
5. Редакция имеет право сокращать принятые работы и производить редакционную правку текста, уведомляя авторов. Небольшие исправления стилистического и формального характера вносятся в статью без согласования с авторами.
6. Поступившие и принятые к публикации статьи не возвращаются. Редакция оставляет за собой право не рассматривать статьи, оформленные с нарушением правил, или если они не соответствуют тематике журнала.
7. Ответственный секретарь сообщает авторам по электронной почте о результатах рецензирования и о плане публикации статьи.
8. Плата за публикацию статей и издание авторского экземпляра журнала не взимается. При пересылке авторского экземпляра автор оплачивает только почтовые расходы.
9. Авторы несут ответственность за научное содержание и достоверность сведений, используемых в статье, за соблюдение авторских прав третьих лиц, а также за сохранение государственной и коммерческой тайн.

Требования к научным статьям

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными (востребованными) на современном этапе научного развития, либо представлять научно-познавательный интерес, соответствовать тематике журнала.
2. Минимальный объём статьи – 6 страниц. Размеры статей не должны превышать 16 страниц на листах А4, поля – 2,5 см со всех сторон, шрифт Times New Roman, размер – 14 кегль, абзацный отступ – 1,25 см, межстрочный интервал – 1,5. Электронная версия набирается в редакторе Word. Текст формируется без переносов, лишних пробелов и использования специальных стилей, шаблонов и макроккоманд. Все страницы рукописи должны иметь сквозную нумерацию без пропусков и дополнительных литер.
3. **Правила оформления статьи:**
 - универсальный десятичный код (УДК) – слева в верхнем углу без абзацного отступа;
 - название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), отражающее её содержание – по центру на русском и английском языках;
 - фамилия, инициалы, учёная степень, должность автора (соавторов), полное название учреждения, e-mail – по центру на русском и английском языках. Принадлежность каждого соавтора тому или иному учреждению отмечается соответствующей цифрой; если все соавторы из одного учреждения, цифры не ставятся;
 - аннотация на русском и английском языках, объёмом от 200 до 250 слов (1000–2000 знаков с пробелами), включающая краткое, точное изложение статьи в соответствии с её структурой (предмет, цель работы, метод и методология проведения работы, результаты и область их применения, выводы). При переводе аннотации на английский язык недопустимо использование машинного перевода. Аннотация не разбивается на абзацы, содержит фактографию и обоснованные выводы. Все русские аббревиатуры передаются в расшифрованном виде, если у них нет устойчивых аналогов в английском языке (допускается: ВТО – WTO, ФАО – FAO и тп.).
 - ключевые слова (6–10 слов) – слева без абзацного отступа на русском и английском языках.
4. В статье необходимо сжато и чётко изложить современное состояние изученности проблемы; сформулировать конкретную цель исследований, которая будет раскрыта в последующем тексте; отразить методику исследований и схему эксперимента (-ов); изложить и проанализировать полученные данные. Структура статьи должна быть разбита на логично взаимосвязанные разделы с использованием следующих подзаголовков: «Введение», «Цель исследований», «Условия, материалы и методы», «Результаты и обсуждение», «Выводы», «Благодарности», «Список источников». Подзаголовки разделов набираются в начале первого абзаца соответствующего раздела прямым полужирным шрифтом.
5. Список источников (не менее 7 и не более 20) приводится на языке оригинала и печатается под заголовком «Список источников» в конце статьи в порядке цитирования работ в тексте. Необходимо строго соблюдать принятые нормы оформления

библиографической ссылки согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008. Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например, [1]. Число источников в сериальных ссылках должно быть не более трёх. Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указывают порядковый номер и страницы, на которых помещён объект ссылки. Сведения разделяют запятой, например, [2, с. 15]. Количество самоцитирований не должно превышать 20 % от списка источников.

6. Рисунки, графики, схемы должны выполняться в графических редакторах, поддерживающих векторную графику. Растровые изображения, например, отсканированные или выполненные в графическом редакторе, допускаются только в исключительных случаях (например, фотографии образцов). (Желательно предоставлять все рисунки в виде отдельных файлов в исходном графическом формате. Графические иллюстрации должны быть также выполнены в виде отдельных файлов) в исходном графическом формате (если диаграмма сделана в Excel, необходимо приложить исходный файл в формате *.xls, *.xlsx). Оригиналы отсканированных изображений должны быть высокого качества (ксерокопии не допускаются). Все рисунки необходимо пронумеровать, а подрисовочные подписи связать с текстом. В тексте статьи следует дать ссылку на конкретный рисунок, например, (рисунок 3). На рисунках должно быть минимальное количество слов и обозначений. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений, размещённых на рисунке. Фотографии – в растровом формате с разрешением не ниже 300 dpi. Иллюстрации (рисунки, схемы, графики, диаграммы, фотографии) отделяются от последующего текста пустой строкой. Название располагают посередине строки без абзацного отступа через тире (например, Рисунок 1 – Структура выручки от реализации товара). Точка в конце названия не ставится.
7. Числовой материал следует давать в форме таблиц, которые должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word и пронумерованы по порядку, например, таблица 2. Таблицы должны быть помещены в тексте после абзацев, содержащих ссылки на них. Выше и ниже каждой таблицы должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Название помещают над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с её номером через тире (например, Таблица 2 – Доходы фирмы), выравнивание по ширине. Точка в конце названия не ставится. Все графы в таблицах должны также иметь заголовки. При переносе части таблицы на другие страницы, название помещают только над первой частью таблицы; над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. Таблицы и графики (рисунки) принимаются строго в книжной ориентации формата А4.
8. В статье научная терминология, обозначения, единицы измерения, символы должны строго соответствовать требованиям государственных стандартов. Все единицы измерения за исключением процентов, промилле и градусов отделяются от цифр пробелами. Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения начинается со слова «где» без двоеточия после него и без абзацного отступа. Формулы следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всего документа арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке, сама формула размещается по центру строки. Простые внутрискочные и однострочные математические и химические формулы могут быть набраны без использования специальных редакторов – символами, сложные и многострочные формулы должны быть набраны в редакторах Microsoft Equation 3.0. или MathType 6 и выше (сканированные формулы не принимаются).

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ

1. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих её тематике, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи.
2. Рецензирование проводится конфиденциально. Автору рецензируемой работы предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензии. Нарушение конфиденциальности возможно только в случае заявления рецензента о недостоверности или фальсификации материалов, изложенных в статье.
3. Для проведения рецензирования рукописей статей могут привлекаться как члены редакционной коллегии журнала, так и другие специалисты ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, обладающие профессиональными знаниями и опытом работы по конкретному научному направлению. Редакция имеет право привлекать внешних рецензентов (докторов или кандидатов наук, в том числе специалистов-практиков, имеющих признанный авторитет и работающих в области знаний, к которой относится содержание рукописи).
4. Рецензентам не разрешается снимать копии с рукописей для своих нужд и запрещается отдавать часть рукописи на рецензирование другому лицу без разрешения редакторов. Рецензенты, а также сотрудники редакции не имеют права использовать знание о содержании работы до её опубликования в своих собственных интересах. Рукописи являются частной собственностью авторов и относятся к сведениям, не подлежащим разглашению. По взаимному желанию автор и рецензент могут общаться без посредства редакции, если это необходимо для работы над рукописью и нет препятствий личного характера.
5. Если публикация статьи повлекла нарушение чьих-либо авторских прав или общепринятых норм научной этики, то редак-

ция журнала вправе изъять опубликованную статью.

6. Срок для написания рецензии устанавливается по согласованию с рецензентом, но не должен превышать 14 дней.
7. В рецензии раскрывается актуальность выполненного исследования, его теоретическая и практическая значимость, научная новизна предлагаемых в статье материалов, доказанность и обоснованность элементов научной новизны статьи, соответствие статьи требованиям и профилю журнала.
8. Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению и доработке статьи, ответственный секретарь журнала направляет автору текст рецензии с предложением учесть их при подготовке нового варианта статьи или аргументировано (частично или полностью) их опровергнуть. Доработанная (переработанная) автором статья повторно направляется на рецензирование. Статья, направленная автору на доработку, должна быть возвращена в исправленном виде в максимально короткие сроки. К переработанной статье необходимо приложить письмо с ответами авторов на все замечания рецензента.
9. Редакция оставляет за собой право отклонения статей в случае неспособности или нежелания автора учесть пожелания редакции.
10. В случае несогласия с мнением рецензента автор статьи имеет право предоставить аргументированный ответ в редакцию журнала. В этом случае статья может быть направлена на повторное рецензирование либо на рассмотрение членами редакционной коллегии.
11. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию издания соответствующего запроса.
12. Рецензии хранятся в редакции журнала в течение 5 лет.
13. После принятия решения о допуске статьи к публикации ответственный секретарь журнала информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

Образец авторской карточки

Ф. И. О. (полностью)	
Учёная степень	
Учёное звание	
Полное название организации (место работы)	
Сокращённое название организации (место работы)	
Занимаемая должность	
Адрес (с индексом): рабочий	
домашний (по желанию)	
Телефон (с кодом города): рабочий	
мобильный	
ORCID (Researcher ID, Scopus Author ID)	
Адрес электронной почты	
Дополнительная информация (по желанию)	
Название статьи	
Раздел журнала: 1 – Общее земледелие и растениеводство 2 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений 3 – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений 4 – Технологии, машины и оборудование для АПК 5 – Пищевые системы 6 – Региональная и отраслевая экономика	

* затраты на пересылку авторского экземпляра несёт автор

Автор гарантирует, что размещение этой статьи в журнале «Агронаука» не нарушает ничьих авторских прав.

Автор передаёт на неограниченный срок редакции журнала «Агронаука» неисключительные права на использование представленной статьи посредством её воспроизведения, распространения, использования целиком или фрагментарно, в том числе на размещение, воспроизведение и распространение в сети Интернет.

Автор также удостоверяет, что согласен с Правилами подготовки рукописи к изданию, утверждёнными редакцией журнала.

_____/_____/_____
Подпись автора Ф. И. О.

« ____ » _____ 20 ____ г.

