



ISSN 2949-2211

Том 4. № 2.
Апрель-июнь 2026



научно-практический журнал

АГРОНАУКА

Благовещенск



Основан в январе 2023 года.

Периодичность – один раз в квартал.

ISSN 2949-2211

Т. 4. № 2.

Апрель–июнь, 2026 год

Главный редактор

Волкова Е. А., д-р 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

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

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

Вишнякова М. А., д-р биол. наук, профессор, руководитель отдела генетических ресурсов зернобобовых ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова»;

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

Клыков А. Г., д-р биол. наук, профессор, академик РАН, зав. отделом селекции и биотехнологии с.-х. культур ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий 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

Фатеева А. А., выпускающий редактор, начальник информационно-редакторского отдела, ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Усанов В. С., научный редактор, зам. директора по НИР, к. с. - х. н. ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Кодирова Г. А. помощник научного редактора, учёный секретарь ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

Загуменная Г. В., технический редактор, ст. научный сотр. ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои;

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

Сиухина Е. В., верстальщик, гл. 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) 36-94-50, agronauka@vniiso.ru, www.agronauka28.ru

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

Подписано к печати 22.06.2026. Формат 60x90/8. Уч.-изд. л. 5,85. Тираж 200 экз. Заказ 4150.
Дата выхода в свет 30.06.2026 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. 4. No 2.

April-june, 2026 year

Chief editor

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

Deputy chief editor

Panasjuk 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

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

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

Vishnyakova Margarita A., Dr. Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Genetic Resources of Legumes, Federal Research Center "All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov";

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";

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";

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";

Skripko 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

Fateeva Anastasia A., Managing Editor, chief specialist of the FSBSI FRC ARSRI of Soybean;
Usanov Vyacheslav C., Scientific Editor, Associate Director of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean;

Kodirova Galina A., Assistant Scientific Editor, Scientific Secretary of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean;

Zagumennaya Galina V., Technical Editor, Senior Research Fellow of the FSBSI FRC ARSRI of the Soybean;

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

Siukhina Ekaterina V., Layout designer, chief specialist of the FSBSI FRC ARSRI of 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 ARSRIS,
+7 (4162) 36-94-50,
agronauka@vniisoi.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 22.06.2026 The format is 60x90/8. Uch.-ed. I. 5,85. The circulation is 200 copies. Order 4150.

The release date is 30.06.2026. The price is free.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО.....	5
ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ ПРОВИНЦИИ ХЭЙЛУНЦЗЯН И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ <i>Ми Ган, Цзян Юй, Ли Синьюй, Чжан Чжо, Ли Сяофэн, Вэй Жань.....</i>	5
ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СОИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ХАЙНАНЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ <i>Вэй Жань, Ли Ян, Ли Сяофэн.....</i>	15
АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ СОРТОВ СОИ С РАЗНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА <i>Г. В. Загуменная, Г. А. Кодирова, О. В. Литвиненко, Н. Ю. Корнева, А. А. Литвиненко.....</i>	23
СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ.....	32
СОРТОУЛУЧШАЮЩАЯ СЕЛЕКЦИЯ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ НА ОСНОВЕ СЕМЕЙСТВЕННОГО ОТБОРА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ <i>Л. М. Соколова, А. В. Корнев.....</i>	32
АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ.....	44
ПОТЕНЦИАЛ НИТРИФИКАЦИИ И СВЯЗЫВАНИЯ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ РАЗНОГО СРОКА ПОСЛЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЗАЛИВНЫЕ РИСОВЫЕ ПОЛЯ <i>Чжан Чжо, Цзян Юй, Ми Ган, Ли Синьюй, Ли Сяофэн.....</i>	44
РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА.....	52
КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД В РАЗВИТИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ <i>Е. А. Волкова, В. В. Реймер, Н. О. Смолянинова, К. С. Чурилова</i>	52
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РОСТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОГО МОЛОКА <i>В. В. Березовский, А. А. Быков</i>	60

CONTENTS

GEPONICS AND CROPPING.....	5
PROBLEMS OF FERTILIZER APPLICATION IN GRAIN CROP CULTIVATION IN THE NORTHERN REGIONS OF HEILONGJIANG PROVINCE AND DIRECTIONS FOR IMPROVING FERTILIZER USE EFFICIENCY <i>Mi Gang, Jiang Yu, Li Xinyu, Zhang Zhuo, Li Xiaofeng, Wei Ran</i>	5
TECHNOLOGIES FOR ACCELERATED SOYBEAN MULTIPLICATION IN THE SOUTHERN REGIONS OF HAINAN: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS <i>Wei Ran, Li Yang, Li Xiaofeng.....</i>	15
AMINO ACID PROFILE OF SOYBEAN VARIETIES WITH DIFFERENT DURATIONS OF THE GROWING SEASON <i>G. V. Zagumennaya, G. A. Kodirova, O. V. Litvinenko, N. Yu. Korneva, A. A. Litvinenko.....</i>	23
SELECTION, SEED FARMING AND PLANT BIOTECHNOLOGY.....	32
IMPROVEMENT BREEDING OF TABLE CARROT BASED ON FAMILY SELECTION FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS <i>L. M. Sokolova, A. V. Kornev.....</i>	32
AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE.....	44
NITRIFICATION AND CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL IN SOILS AT DIFFERENT PERIODS AFTER CONVERSION OF DRYLANDS INTO FLOODED RICE FIELDS <i>Zhang Zhuo, Jiang Yu, Mi Gang, Li Xinyu, Li Xiaofeng</i>	44
REGIONAL AND SECTORAL ECONOMICS.....	52
CLUSTER APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX <i>E. A. Volkova, V. V. Reimer, N. O. Smolyaninova, K. S. Churilova</i>	52
APPLICATION OF A SYSTEM OF TARGET INDICATORS AS A TOOL FOR IMPROVING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF RAW MILK PRODUCTION <i>V. V. Berezovsky, A. A. Bykov</i>	60

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

GEOPONICS AND CROPPING

Научная статья

УДК 631.8:633.1(510)

EDN: BUFKFY

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-5-14>

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ ПРОВИНЦИИ ХЭЙЛУНЦЗЯН И НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ми Ган^{1,2}, Цзян Юй^{1,2}, Ли Синьюй^{1,2}, Чжан Чжо^{1,2}, Ли Сяофэн³, Вэй Жань¹

¹Хэйхэский филиал Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян, г. Хэйхэ, Китай

²Научно-исследовательская станция комплексного полевого мониторинга Министерства сельского хозяйства и сельских районов КНР, г. Хэйхэ, Китай

³Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

Аннотация. Городской округ Хэйхэ провинции Хэйлунцзян является одним из важных зернопроизводящих регионов Китая. Цель исследования – выявить основные проблемы применения удобрений при возделывании зерновых культур в северных районах провинции Хэйлунцзян и определить направления повышения эффективности их использования. Исследование выполнено на основе полевых обследований фермерских хозяйств, анализа данных по применению удобрений при возделывании кукурузы и сои, а также обобщения сведений о технологических, экономических и экологических факторах, влияющих на эффективность удобрения.

По результатам полевых исследований и анализа данных установлено, что применение удобрений при возделывании зерновых культур в северных районах провинции Хэйлунцзян сопровождается рядом проблем, включая низкую эффективность использования питательных веществ, несбалансированную структуру удобрений, экологические риски при их избыточном внесении и недостаточный уровень технологий применения удобрений. Показано, что повышение эффективности применения удобрений возможно за счёт внедрения технологий точного земледелия, расширения агрохимического анализа почв, совершенствования системы агротехнического консультирования, регулирования рынка удобрений и усиления государственной поддержки. Реализация указанных мер будет способствовать рациональному использованию удобрений, снижению экологических рисков и устойчивому развитию зернового производства в городском округе Хэйхэ.

Ключевые слова: зерновые культуры, удобрения, эффективность использования удобрений, азотные удобрения, фосфорные удобрения, калийные удобрения, точное земледелие, городской округ Хэйхэ.

Для цитирования: Ми Ган, Цзян Юй, Ли Синьюй, Чжан Чжо, Ли Сяофэн, Вэй Жань. Проблемы применения удобрений при возделывании зерновых культур в северных районах провинции Хэйлунцзян и пути повышения их эффективности // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 5–14. EDN: BUFKFY. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-5-14>

Original article

PROBLEMS OF FERTILIZER APPLICATION IN GRAIN CROP CULTIVATION IN THE NORTHERN REGIONS OF HEILONGJIANG PROVINCE AND DIRECTIONS FOR IMPROVING FERTILIZER USE EFFICIENCY

Mi Gang^{1,2}, Jiang Yu^{1,2}, Li Xinyu^{1,2}, Zhang Zhuo^{1,2}, Li Xiaofeng³, Wei Ran¹

© Ми Ган, Цзян Юй, Ли Синьюй, Чжан Чжо, Ли Сяофэн, Вэй Жань. 2026

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

² Scientific Research Station for Comprehensive Field Monitoring of the Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China, Heihe, China

³ Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. Heihe City District of Heilongjiang Province is one of the major grain-producing regions of China. The aim of the study was to identify the main problems associated with fertilizer application in grain crop cultivation in the northern regions of Heilongjiang Province and to determine ways to improve fertilizer use efficiency. The study was based on field surveys of farms, analysis of fertilizer application data for corn and soybean cultivation, and generalization of information on technological, economic and environmental factors affecting fertilizer efficiency.

The results showed that fertilizer application in grain crop cultivation in the northern regions of Heilongjiang Province is associated with a number of problems, including low nutrient use efficiency, unbalanced fertilizer structure, environmental risks caused by excessive fertilizer application, and insufficient development of fertilizer application technologies. It was established that improving fertilizer use efficiency is possible through the introduction of precision agriculture technologies, expansion of agrochemical soil analysis, improvement of agricultural consulting systems, regulation of the fertilizer market and strengthening of state support measures. The implementation of these measures will contribute to rational fertilizer use, reduction of environmental risks and sustainable development of grain production in Heihe City District.

Keywords: grain crops, fertilizers, fertilizer use efficiency, nitrogen fertilizers, phosphorus fertilizers, potassium fertilizers, precision agriculture, Heihe City District.

For citation: Mi Gang, Jiang Yu, Li Xinyu, Zhang Zhuo, Li Xiaofeng, Wei Ran. Problems of fertilizer application in grain crop cultivation in the northern regions of Heilongjiang Province and ways to improve their efficiency [Problems of fertilizer application in grain crop cultivation in the northern regions of heilongjiang province and directions for improving fertilizer use efficiency]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4:2:5–14 (in Russ.). EDN: BUFKFY. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-5-14>

Введение

Городской округ Хэйхэ, расположенный на северо-западе провинции Хэйлуцзян, является одним из важных зернопроизводящих районов Китая. Площадь пахотных земель региона составляет 28,955 млн/му (1 му = 0,067 га), что определяет его значение как одной из ключевых зон товарного зернового производства страны [1].

Применение удобрений как важнейший агротехнический приём повышения урожайности и качества зерновых культур играет значительную роль в развитии сельскохозяйственного производства городского округа Хэйхэ. В последние годы ежегодная потребность сельского хозяйства региона в удобрениях составляет около 400 тысяч тонн. Однако применение удобрений при возделывании зерновых культур сопровождается рядом проблем, включая низкую эффективность использования питательных веществ, несбалансированную структуру удобрений и экологические риски при их избыточном внесении [2].

В связи с этим изучение проблем при-

менения удобрений при возделывании зерновых культур в городском округе Хэйхэ и поиск путей повышения эффективности их использования имеют важное значение для устойчивого развития сельского хозяйства региона.

Цель исследования – выявить основные проблемы применения удобрений при возделывании зерновых культур в городском округе Хэйхэ и определить направления повышения эффективности их использования.

Материалы и методы

Исследование выполнено на территории городского округа Хэйхэ провинции Хэйлуцзян (КНР) в 2022–2023 гг. с целью оценки особенностей применения удобрений при возделывании зерновых культур и выявления основных проблем системы удобрения в фермерских хозяйствах региона.

В ходе исследования проведены полевые обследования фермерских хозяйств, анализ применяемых систем удобрения при возделывании кукурузы и сои, а также анкетирование сельскохозяйствен-

ных производителей. Оценивали урожайность сельскохозяйственных культур, виды и нормы внесения удобрений, способы их применения, использование органических удобрений и основания для выбора схем удобрения.

Сведения о применении удобрений при возделывании кукурузы представлены в таблице 1, при возделывании сои – в таблице 2. Результаты анкетирования фермерских хозяйств по проблемам применения удобрений приведены в таблице 3.

Таблица 1 – Применение удобрений при возделывании кукурузы в городском округе Хэйхэ

Table 1 – Application of fertilizers in corn cultivation in Heihe City District

Номер фермерского хозяйства	Урожайность, кг/му	Основное удобрение	Подкормка мочевиной	Способ внесения удобрений
2	700	50 кг (15-15-15)	20 кг	Разбросное внесение под основную обработку почвы
4	750	55 кг (17-17-17)	25 кг	Рядковое внесение
6	680	45 кг (18-12-10)	15 кг	Разбросное внесение
8	720	60 кг (15-15-15)	30 кг (в два приема)	Локальное глубокое внесение

Таблица 2 – Применение удобрений при возделывании сои в городском округе Хэйхэ

Table 2 – Application of fertilizers in soybean cultivation in Heihe City District

Номер фермерского хозяйства	Урожайность, кг/му	Основное удобрение	Норма внесения органических удобрений	Основание выбора схемы удобрения
1	180	40 кг (15-15-15)	Нет	Собственный практический опыт + рекомендации дистрибьютора
3	150	30 кг (13-17-15)	Нет	Собственный практический опыт
5	190	35 кг (15-15-15)	1 м ³ /му	Обучение на агротехнической станции
7	160	25 кг (комплексные удобрения с низким содержанием калия)	Нет	Традиционно применяемая схема
10	170	30 кг (18-12-10)	0,5 м ³ /му	Собственный практический опыт + ранее составленная карта агрохимического обследования почв

Таблица 3 – Результаты анкетирования фермерских хозяйств по проблемам применения удобрений в городском округе Хэйхэ**Table 3 – Results of the survey of farms on fertilizer application problems in Heihe City District**

Проблема	Количество ответов	Доля, %
Рост цен на минеральные удобрения и высокая себестоимость их применения	10	100 %
Отсутствие научных рекомендаций по удобрению	8	80 %
Уплотнение почвы / снижение плодородия	7	70 %
Нехватка рабочей силы для внесения удобрений	6	60 %
Трудоемкость применения органических удобрений	5	50 %
Сложность определения сроков внесения подкормок	4	40 %

Результаты и обсуждение

По результатам исследования и анализа данных, представленных в таблице 3, выявлены основные проблемы применения удобрений при возделывании зерновых культур в городском округе Хэйхэ.

Низкая эффективность использования азотных удобрений

Содержание общего азота в почвах городского округа Хэйхэ обычно составляет 1,0...3,0 г/кг, а содержание подвижного азота – 80...200 миллиграмм на килограмм. При возделывании зерновых культур в городском округе Хэйхэ применяются значительные объемы азотных удобрений, однако эффективность их использования остается низкой. Согласно исследованиям Центра распространения сельскохозяйственных технологий городского округа Хэйхэ, в ряде сел района Айхуэй при выращивании сои отмечается избыточное внесение азотных удобрений. Средняя норма их внесения на 1 му превышает научно обоснованные рекомендации на 20...30 процентов. Медленное повышение температуры воздуха в весенний период способствует снижению микробиологической активности почвы и замедляет усвоение азотных удобрений растениями. Кроме того, несоблюдение оптимальных сроков внесения удобрений

приводит к потерям азота вследствие вымывания и улетучивания аммиака. По данным исследований, коэффициент использования азотных удобрений при возделывании сои составляет всего 25...30 %, что значительно ниже нормативного уровня [3].

Фиксация фосфорных удобрений

Содержание общего фосфора в почвах городского округа Хэйхэ обычно составляет 0,5...1,5 г/кг, а содержание подвижного фосфора – 10...50 миллиграмм на килограмм. На высокоплодородных сельскохозяйственных угодьях и участках с длительным внесением удобрений данный показатель может достигать 80 мг/кг и более.

Почвы городского округа Хэйхэ характеризуются разнообразием гранулометрического и химического состава. В отдельных типах почв отмечается повышенное содержание кальция, железа и алюминия, что способствует переходу фосфора из удобрений в труднорастворимые соединения и снижает эффективность использования фосфорных удобрений.

В ряде районов уезда Суньке, где распространены известковые почвы, внесенные фосфорные удобрения легко фиксируются соединениями кальция. В целях повышения урожайности кукурузы местные фермеры нередко применяют повышенные нормы фосфорных удобрений, однако

коэффициент их использования в течение вегетационного периода составляет всего 10...20 процентов. При этом значительная часть фосфора накапливается в почве, что приводит к нерациональному использованию удобрений и повышению экологической нагрузки [4].

Вымывание калийных удобрений

Содержание общего калия в почвах городского округа Хэйхэ обычно составляет 15...25 г/кг, а содержание подвижного калия – 100...300 миллиграмм на килограмм. Для городского округа Хэйхэ характерна концентрация основного количества атмосферных осадков в летний период.

В отдельных сельскохозяйственных районах уезда Сунью фермеры не всегда соблюдают оптимальные сроки и способы внесения калийных удобрений, применяя их в период интенсивных осадков. В результате калийные соединения растворяются и перемещаются вместе с почвенной влагой в нижние горизонты почвы, что способствует снижению содержания калия в пахотном слое.

Это не только увеличивает затраты на возделывание сельскохозяйственных культур, но и может отрицательно влиять на их рост и урожайность вследствие недостаточного калийного питания растений в поздние периоды вегетации.

Нерациональная структура применения удобрений

Дисбаланс азота, фосфора и калия

В городском округе Хэйхэ при внесении удобрений нередко приоритет отдается азотным удобрениям, тогда как применение фосфорных и калийных удобрений осуществляется в недостаточном объеме.

При возделывании пшеницы часть фермеров, стремясь повысить урожайность культуры, необоснованно увеличивает дозы азотных удобрений, не обеспечивая сбалансированного внесения фосфора и калия. Так, в пшеничных районах городского округа Нэньцзян результаты опроса фермерских хозяйств показали, что фактическое соотношение азота, фосфора и калия существенно отличается от научно обоснованных рекомендаций. На отдельных участках соотношение N:P:K достигает 3:1:0,5 при рекомен-

дуемым соотношении около 1,5:1:1.

Несбалансированная система удобрения способствует полеганию пшеницы в поздние периоды вегетации, а также повышает риск развития болезней и вредителей, что отрицательно влияет на урожайность и качество зерна [5].

Пренебрежение микро- и мезоэлементами

В условиях длительного интенсивного использования пахотных земель городского округа Хэйхэ содержание микро- и мезоэлементов в почве постепенно снижается. Однако большинство фермеров недостаточно осведомлены о роли микро- и мезоэлементных удобрений и редко используют их при возделывании сельскохозяйственных культур.

Так, в районах возделывания сои городского округа Бэйань результаты агрохимического анализа почвы показали наличие дефицита цинка и бора на отдельных участках. При этом фермерские хозяйства практически не применяют удобрения, содержащие микро- и мезоэлементы. Недостаток данных элементов питания приводит к развитию хлороза листьев, замедлению роста растений и снижению количества сформированных бобов, что отрицательно влияет на урожайность и качество сои.

Экологические последствия избыточного внесения удобрений

Ухудшение качества почвы

Длительное избыточное внесение удобрений привело к развитию процессов закисления и засоления почв на отдельных территориях городского округа Хэйхэ.

В окрестностях овощеводческих хозяйств района Айхуэй вследствие продолжительного чрезмерного применения минеральных удобрений отмечено снижение pH почвы, повышение плотности сложения пахотного слоя, а также изменение структуры почвенного микробиоценоза. Одновременно сократилось количество полезных микроорганизмов и снизилось плодородие почвы, что отрицательно повлияло на рост овощных и зерновых культур.

Угроза эвтрофикации водных объектов

Городской округ Хэйхэ характеризуется

развитой речной сетью, поэтому избыточное внесение удобрений повышает риск поступления соединений азота и фосфора в водные объекты с поверхностным и внутрипочвенным стоком.

На отдельных участках бассейна реки Нэньцзян вследствие чрезмерного внесения удобрений на прилегающих сельскохозяйственных угодьях в период интенсивных осадков в реку поступает значительное количество соединений азота и фосфора. Это способствует активному развитию водорослей, снижению прозрачности воды, уменьшению содержания растворенного кислорода и нарушению функционирования водных экосистем.

Загрязнение атмосферы

Существенное значение имеют испарение аммиака и выбросы закиси азота, возникающие в процессе внесения удобрений. В основных зернопроизводящих районах городского округа Хэйхэ после весеннего внесения удобрений в атмосферу выделяется значительное количество аммиака, что приводит не только к потерям азота, но и к образованию вторичных аэрозолей в результате взаимодействия аммиака с кислотными газами атмосферы.

Кроме того, увеличение выбросов оксидов азота способствует усилению парникового эффекта и оказывает отрицательное воздействие на состояние окружающей среды региона.

Недостаточный уровень технологий внесения удобрений

Традиционные методы внесения удобрений

В настоящее время большинство фермерских хозяйств городского округа Хэйхэ при возделывании зерновых культур продолжают использовать традиционные методы внесения удобрений, включая разбросное и рядковое внесение.

При выращивании кукурузы удобрения, как правило, вносятся в борозды с последующей заделкой в почву. Такой способ способствует неравномерному распределению удобрений, при котором значительная их часть концентрируется в верхнем слое почвы, что затрудняет полноценное поглощение элементов питания корневой системой растений. Под воздействием атмосферных осадков часть удобрений вымывается, что снижает эффективность их использования.

Недостаточное развитие технологий точного внесения удобрений

Технологии точного внесения удобрений в городском округе Хэйхэ развиты недостаточно. Многие фермеры не располагают необходимыми средствами агрохимического анализа почвы и не обладают достаточными знаниями в области точного земледелия, что затрудняет проведение научно обоснованного внесения удобрений с учетом плодородия почвы и потребностей растений.

Например, при возделывании сои фермерские хозяйства нередко используют единые схемы внесения удобрений без учета различий в содержании питательных веществ на отдельных участках. Это приводит к несоответствию между нормами внесения удобрений и потребностями растений, способствует нерациональному использованию ресурсов и отрицательно влияет на рост и урожайность сельскохозяйственных культур.

Причины неэффективного применения удобрений

Низкий уровень осведомленности фермеров о научно обоснованных методах удобрения

Большинство фермеров городского округа Хэйхэ не имеют систематической агрономической подготовки, вследствие чего уровень их знаний о научно обоснованных принципах применения удобрений остается недостаточным.

При внесении удобрений фермеры преимущественно ориентируются на собственный опыт и традиционные подходы, что затрудняет внедрение современных технологий удобрения и снижает эффективность их применения.

Ограниченность традиционных представлений

Часть фермеров придерживается представления о том, что увеличение норм внесения удобрений неизбежно приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур. При этом негативные последствия избыточного внесения удобрений для почвы, окружающей среды и качества продукции учитываются недостаточно.

Кроме того, отдельные сельскохозяйственные производители с осторожностью относятся к внедрению новых технологий и видов удобрений, что ограничивает их рас-

пространение и применение.

Несовершенство системы инструктажа по внесению удобрений

Недостаток специалистов на местах

Штат сотрудников служб распространения сельскохозяйственных технологий в городском округе Хэйхэ ограничен, при этом особенно остро ощущается нехватка специалистов в области агрохимии и технологий внесения удобрений.

В ряде сельских поселений консультационную деятельность осуществляют один-два специалиста на несколько населенных пунктов, что не позволяет в полном объеме удовлетворять потребности фермеров в научно обоснованных рекомендациях по применению удобрений.

Недостаточный уровень развития агрохимического анализа почв

Агрохимический анализ почвы является основой научно обоснованного применения удобрений, однако уровень технического оснащения и организации данной работы в городском округе Хэйхэ остается неоднородным.

Высокая стоимость анализа и продолжительные сроки получения результатов снижают его доступность для фермерских хозяйств. Кроме того, несвоевременное предоставление результатов агрохимического обследования затрудняет оперативную корректировку схем внесения удобрений.

Усиление контроля рынка удобрений

Низкое качество отдельных видов продукции

Под влиянием рыночной конъюнктуры отдельные производители и поставщики удобрений допускают нарушения требований к качеству продукции, включая несоответствие фактического содержания питательных веществ установленным нормативам и нестабильность качества удобрений.

Недостаточная интенсивность контроля со стороны органов рыночного надзора не позволяет полностью исключить подобные нарушения, что отрицательно влияет на эффективность применения удобрений и рост сельскохозяйственных культур.

Несоответствие маркировки удобрений установленным требованиям

На упаковке отдельных видов удобрений

встречаются случаи недостоверного указания содержания питательных веществ и использования элементов преувеличенной рекламы.

В ряде случаев содержание азота, фосфора и калия, указанное на упаковке комплексных удобрений, не соответствует фактическим результатам лабораторного анализа. Это затрудняет объективную оценку качества продукции и снижает научную обоснованность применения удобрений.

Трудности внедрения новых видов удобрений

Высокая стоимость продукции

Внедрение новых видов удобрений в городском округе Хэйхэ, включая удобрения пролонгированного действия и биологические удобрения, ограничивается их высокой стоимостью.

Вследствие значительных производственных затрат стоимость новых видов удобрений обычно на 20...50 % превышает стоимость традиционных аналогов. При выборе удобрений фермерские хозяйства преимущественно ориентируются на ценовой фактор, что ограничивает распространение и применение новых видов продукции.

Недостаточная информированность фермеров

Новые виды удобрений начали активно внедряться в городском округе Хэйхэ сравнительно недавно, поэтому уровень информированности фермеров об их свойствах и особенностях применения остается недостаточным.

Часть сельскохозяйственных производителей проявляет осторожность в отношении использования новых видов удобрений, опасаясь возможного снижения урожайности сельскохозяйственных культур. Одновременно недостаточная эффективность демонстрационных проектов и ограниченный уровень информационно-консультационной поддержки затрудняют распространение современных видов удобрений.

Направления повышения эффективности применения удобрений

Меры по совершенствованию системы удобрения зерновых культур в городском округе Хэйхэ

Усиление внедрения научно обоснованных технологий применения удобрений

Развитие системы обучения и консультирования фермеров

Необходимо более эффективно использовать потенциал служб распространения сельскохозяйственных технологий и научно-исследовательских организаций городского округа Хэйхэ для регулярного проведения обучающих мероприятий по научно обоснованному применению удобрений.

Целесообразно привлекать специалистов в области агрохимии и растениеводства для проведения выездных консультаций непосредственно в фермерских хозяйствах. В ходе таких мероприятий фермерам следует разъяснять особенности агрохимического анализа почвы, закономерности потребления элементов питания сельскохозяйственными культурами и современные методы внесения удобрений.

В периоды снижения сезонной сельскохозяйственной нагрузки рекомендуется организовывать краткосрочные обучающие курсы продолжительностью 3...5 дней, сочетающие лекционные занятия, практические демонстрации и разбор производственных ситуаций. Это позволит повысить уровень знаний фермеров в области научно обоснованного применения удобрений и будет способствовать внедрению современных технологий в сельскохозяйственное производство.

Создание демонстрационных площадок для распространения передового опыта

В основных зернопроизводящих районах городского округа Хэйхэ, включая район Айхуэй и городской округ Нэньцзян, целесообразно создать демонстрационные площадки по применению научно обоснованных систем удобрения.

На данных площадках рекомендуется проводить сравнительные испытания различных схем внесения удобрений с учетом биологических особенностей зерновых культур. Это позволит наглядно продемонстрировать влияние рационального применения удобрений на рост растений, урожайность и качество продукции.

Организация выездных посещений демонстрационных площадок для фермеров будет способствовать распространению передового опыта и повышению заинтересованности сельскохозяйственных производителей во внедрении современных технологий удобрения.

Содействие внедрению технологий точного внесения удобрений

Необходимо увеличить объем инвестиций в развитие технологий агрохимического анализа почвы и систем точного внесения удобрений.

Перспективным направлением является использование современных информационных технологий, включая спутниковую навигацию и геоинформационные системы, для проведения сеточного отбора почвенных проб и формирования базы данных о содержании питательных веществ в почвах сельскохозяйственных угодий городского округа Хэйхэ.

На основе полученных данных фермерам могут предоставляться индивидуальные схемы внесения удобрений с учетом особенностей почвы и потребностей сельскохозяйственных культур. Кроме того, использование цифровых платформ и мобильных приложений позволит обеспечить оперативный доступ к информации о состоянии почвы и рекомендациям по точному внесению удобрений.

Оптимизация ассортимента удобрений

Необходимо стимулировать сотрудничество производителей удобрений городского округа Хэйхэ с научно-исследовательскими организациями и расширять инвестиции в разработку новых видов удобрений.

Перспективным направлением является создание удобрений пролонгированного действия, биологических и водорастворимых удобрений, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона и особенностям возделываемых зерновых культур.

Особое значение имеет разработка азотных удобрений пролонгированного действия, предназначенных для низкотемпературных условий почв городского округа Хэйхэ и обеспечивающих постепенное высвобождение элементов питания в соответствии с потребностями растений.

Одновременно необходимо расширять меры государственной поддержки, направленные на стимулирование использования современных видов удобрений в сельскохозяйственном производстве.

Совершенствование системы агротехнического консультирования

Укрепление кадрового потенциала агротехнических служб

Органам власти городского округа Хэйхэ следует увеличить объем финансирования служб распространения сельскохозяйственных технологий и расширить штат специалистов в области агрохимии и растениеводства.

Подготовку кадров рекомендуется осуществлять посредством открытого набора специалистов и реализации программ целевого обучения. Одновременно необходимо регулярно организовывать повышение квалификации агротехнических специалистов, что позволит повысить качество консультационной поддержки фермерских хозяйств в вопросах применения удобрений.

Повышение уровня агрохимического анализа почв

Необходимо ускорить развитие организаций, осуществляющих агрохимический анализ почвы, а также увеличить инвестиции в современное аналитическое оборудование и совершенствование технологий анализа.

Важными направлениями являются сокращение сроков проведения анализа, снижение его стоимости и повышение доступности соответствующих услуг для фермерских хозяйств.

Целесообразно создать электронную систему предоставления результатов агрохимического анализа, позволяющую фермерам оперативно получать сведения о состоянии почвы и разрабатывать обоснованные схемы внесения удобрений.

Кроме того, необходимо усилить информационно-консультационную работу по интерпретации результатов анализа почвы и их практическому использованию.

Усиление регулирования рынка удобрений

Ужесточение контроля качества продукции

Органам рыночного регулирования городского округа Хэйхэ необходимо усилить контроль за производством и реализацией удобрений, а также регулярно проводить проверки предприятий-производителей и поставщиков продукции.

Особое внимание следует уделять выявлению и пресечению нарушений, связанных с производством и реализацией фальсифицированных удобрений.

Продукция, не соответствующая установленным требованиям, подлежит изъятию из оборота в соответствии с действующим законодательством.

Совершенствование системы маркировки удобрений

Производители удобрений должны обеспечивать строгое соблюдение требований к маркировке продукции, включая достоверное указание содержания питательных веществ, даты производства, срока годности и другой обязательной информации.

Необходимо усилить контроль за достоверностью маркировки и исключить использование недостоверной рекламы, что позволит повысить информированность фермеров и обеспечить более обоснованный выбор удобрений.

Усиление мер государственной поддержки

Реализация финансовых механизмов стимулирования

Одним из направлений государственной поддержки может стать создание специальных программ субсидирования фермерских хозяйств, внедряющих технологии научно обоснованного применения удобрений и использующих современные виды продукции.

В частности, для фермеров, применяющих технологии точного внесения удобрений, возможно предоставление субсидий с учетом площади сельскохозяйственных угодий. Дополнительные меры поддержки могут быть предусмотрены при приобретении удобрений пролонгированного действия и биологических удобрений.

Реализация налоговых льгот

Для предприятий, занимающихся разработкой и производством современных видов удобрений в городском округе Хэйхэ, целесообразно предусмотреть меры налогового стимулирования.

Снижение налоговой нагрузки позволит уменьшить производственные затраты и повысить заинтересованность предприятий в разработке и выпуске экологически безопасных видов удобрений. Одновременно меры государственной поддержки в сфере кредитования и землепользования будут способствовать развитию производства экологически ориентированной продукции.

Выводы

В ходе исследования установлено, что при возделывании зерновых культур в городском округе Хэйхэ провинции Хэйлуцзян сохраняется ряд проблем, связанных с применением удобрений. К основным из них относятся низкая эффективность использования удобрений, несбалансированная структура системы питания растений, экологические последствия избыточного внесения удобрений и недостаточный уровень развития технологий их применения.

Выявлено, что возникновение указанных проблем обусловлено недостаточным уровнем осведомленности фермеров о научно обоснованных методах применения удобрений, несовершенством системы агротехнического консультирования, недостаточным контролем качества продукции на рынке удобрений, а также ограниченным

распространением современных видов удобрений и технологий точного внесения.

Установлено, что повышение эффективности применения удобрений возможно за счет внедрения научно обоснованных систем удобрения, совершенствования агрохимического анализа почв, расширения применения технологий точного земледелия, оптимизации ассортимента удобрений, усиления государственного регулирования рынка и развития мер государственной поддержки сельскохозяйственных производителей.

Реализация указанных мероприятий будет способствовать рациональному использованию удобрений, снижению экологической нагрузки на окружающую среду, повышению урожайности и качества зерновых культур, а также обеспечению устойчивого развития сельского хозяйства городского округа Хэйхэ.

References

1. Deng Xinyuan. Study on the willingness of farmers in Heihe City to protect cultivated land and the influencing factors. Master's thesis. Daqing: Heilongjiang Bayi Agricultural University; 2024. (In Chin.).
2. Yan Li, Jiang Weidong, Chen Ying et al. Problems of soil management and fertilizer application currently existing in agricultural production in Liaoning Province. *Liaoning Agricultural Sciences*. 2003;(1):39–40. (In Chin.).
3. Yun Taiwen. Study on nitrogen absorption characteristics in the wheat/corn/soybean intercropping system and microbial effects in the rhizosphere zone. Doctoral dissertation. Ya'an: Sichuan Agricultural University; 2009.
4. Cheng Mingfang, He Ping, Jin Jiyun. Review of studies on phosphorus fertilizer use efficiency in major crops of China. *Crops*. 2010;(1):12–14. (In Chin.).
5. Fu Chunxiang, Yang Kun, Sun Liyan. Analysis of key operations and major factors of pest control in wheat cultivation technologies. *Seed World*. 2025;(6):15–17. (In Chin.).

Информация об авторе

Ми Ган – магистр, научный сотрудник;
Цзян Юй – магистр, старший научный сотрудник;
Ли Синьюй – магистр, научный сотрудник;
Чжан Чжо – магистр, младший научный сотрудник;
Ли Сяофэн – магистр;
Вэй Жань – кандидат наук, научный сотрудник.

Information about the author

Mi Gang – Master's degree holder, Researcher;
Jiang Yu – Master's degree holder, Senior Researcher;
Li Xinyu – Master's degree holder, Researcher;
Zhang Zhuo – Master's degree holder, Junior Researcher;
Li Xiaofeng – Master's degree holder;
Wei Ran – Candidate of Sciences, Researcher.

**Статья поступила в редакцию 20.05.2026;
одобрена после рецензирования 04.06.2026;
принята к публикации 04.06.2026**

**The article was submitted 20.05.2026;
approved after reviewing 04.06.2026;
accepted for publication 04.06.2026**

Научная статья

УДК: 633.34:631.53.01:631.95(510)

EDN: CGPGKW

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-15-22>**ТЕХНОЛОГИИ УСКОРЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СОИ В ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ХАЙНАНЯ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ****Вэй Жань¹, Ли Ян², Ли Сяофэн³**¹ Хэйхэский филиал Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян, г. Хэйхэ, Китай² Метеорологическое бюро города Хэйхэ, г. Хэйхэ, Китай³ Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

Аннотация. Соя является важной белково-масличной культурой, однако длительный селекционный цикл остается одним из факторов, ограничивающих создание и обновление сортов. Южные районы Хайнаня благодаря тропическому климату, высокой обеспеченности теплом и светом, а также возможности зимнего и круглогодичного выращивания являются важной базой для ускоренного размножения сои и сокращения продолжительности селекционного процесса. Цель исследования – Систематизация технологических подходов к ускоренному размножению сои в южных районах Хайнаня, выявление основных лимитирующих факторов и разработка направлений по оптимизации технологии. Исследование выполнено на основе анализа опубликованных научных источников, производственно-практических данных по выращиванию сои на Хайнане, а также обобщения сведений о климатических, почвенных, биологических и агротехнологических факторах, влияющих на эффективность ускоренного размножения. Обобщены меры комплексной защиты растений от вредителей, болезней, сорняков и грызунов. Установлено, что основными ограничениями остаются недостаточная выраженность фенотипических признаков в тропических условиях, сложность гибридизации, высокая биологическая нагрузка и недостаточная стандартизация технологической системы. Полученные результаты могут быть использованы при разработке регламентов ускоренного размножения сои в тропических и субтропических регионах.

Ключевые слова: соя, Хайнань, ускоренное размножение, внесезонное размножение, селекция сои, семеноводство, технология выращивания, биологические риски.

Для цитирования: Вэй Жань, Ли Ян, Ли Сяофэн. Технологии ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня: состояние и перспективы развития // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 15–22. EDN: CGPGKW. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-15-22>

Original article**TECHNOLOGIES FOR ACCELERATED SOYBEAN MULTIPLICATION IN THE SOUTHERN REGIONS OF HAINAN: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS****Wei Ran¹, Li Yang², Li Xiaofeng³**¹ Heihe Branch of the Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, China² Heihe Meteorological Bureau, Heihe, China³ Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. Soybean is an important protein and oilseed crop; however, the long breeding cycle remains one of the factors limiting the development and renewal of varieties. Due to its tropical climate, abundant heat and light resources, and the possibility of winter and year-round cultivation, the southern regions of Hainan serve as an important base for accelerated soybean multiplication and shortening of the breeding process. The aim of the study is to systematize technological approaches to accelerated soybean propagation in the southern regions of Hainan, identify the main limiting factors and develop directions for technology optimization.

© Вэй Жань, Ли Ян, Ли Сяофэн, 2026

The study was based on the analysis of published scientific literature, production and practical data on soybean cultivation in Hainan, and the generalization of information on climatic, soil, biological, and agrotechnological factors affecting the efficiency of accelerated multiplication. Measures for integrated plant protection against pests, diseases, weeds, and rodents were summarized.

It was established that the main limitations include insufficient expression of phenotypic traits under tropical conditions, difficulties in hybridization, high biological pressure, and inadequate standardization of the technological system. The findings may be used in the development of regulations for accelerated soybean multiplication in tropical and subtropical regions.

Keywords: soybean, Hainan, accelerated multiplication, off-season multiplication, soybean breeding, seed production, cultivation technology, biological risks

For citation: Wei Ran, Li Yang, Li Xiaofeng. Technologies for accelerated soybean multiplication in the southern regions of Hainan: current state and development prospects [Tekhnologii uskorennoho razmnozheniya soi v yuzhnykh raionakh Khainanya: sostoyanie i perspektivy razvitiya]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4:2:15–22 (in Russ.). EDN: CGPGKW. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-15-22>

Введение

Соя является одной из важнейших белково-масличных культур мирового земледелия и занимает значимое место в обеспечении продовольственной безопасности, развитии пищевой промышленности и структурной перестройке сельского хозяйства. Традиционная селекция сои обычно требует 6–8 лет и более для получения гомозиготных линий со стабильными признаками, а полный цикл от составления гибридных комбинаций до отбора и утверждения сортов может занимать еще более продолжительный период. Поэтому длительность селекционного процесса и сравнительно низкая скорость получения стабильного исходного материала остаются ключевыми проблемами, ограничивающими повышение эффективности селекции сои [1].

В условиях роста потребности в продуктивных, высококачественных сортах сои с комплексной устойчивостью и широкой адаптивностью особое значение приобретает ускорение селекционного процесса. Одним из эффективных подходов является ускоренное размножение в районах вне-сезонного выращивания, основанное на использовании благоприятных световых и температурных условий тропических и субтропических регионов для ускоренной смены поколений растений.

Остров Хайнань расположен на северной границе тропиков и характеризуется высокой обеспеченностью солнечной радиацией, стабильным температурным ре-

жимом и отсутствием заморозков в зимний период. Эти условия позволяют проводить зимнее и круглогодичное выращивание сельскохозяйственных культур, включая сою. На протяжении длительного времени Хайнань используется как важная база для ускоренного размножения, оценки сортовой чистоты и селекционной работы с соей, кукурузой, рисом и другими культурами [2].

В результате многолетней практики ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня сформирована технологическая система, включающая выбор оптимальных районов и сроков посева, регулирование густоты стояния растений, управление режимами орошения и удобрения, а также комплексную защиту от болезней, вредителей, сорняков и грызунов [1, 3]. В последние годы внедряются новые подходы, включая досрочный сбор бобов, искусственное регулирование освещения, круглогодичное выращивание нескольких поколений и сочетание ускоренного размножения с молекулярно-маркерной селекцией [4, 5].

Несмотря на достигнутый прогресс, технология ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня характеризуется рядом ограничений. К ним относятся недостаточная выраженность фенотипических признаков в условиях короткого светового дня и высоких температур, сложность проведения гибридизации, высокая биологическая нагрузка, нестабильность технологий круглогодичного выращивания в произ-

водственных масштабах и недостаточная стандартизация отдельных технологических операций [1, 5]. В связи с этим требуется систематизация накопленного опыта и определение направлений дальнейшего совершенствования технологии.

Цель исследования – систематизация технологических подходов к ускоренному размножению сои в южных районах Хайнаня, выявление основных лимитирующих факторов и разработка направлений по оптимизации технологии.

Материалы и методы

Исследование выполнено на основе анализа научных публикаций, производственно-практических материалов и сведений о многолетнем опыте ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня. В качестве информационной базы использованы работы, посвященные технологии вне-сезонного размножения сои, управлению посевами в условиях тропического климата, защите растений от биологических рисков, ускоренной смене поколений, гибридизации и применению молекулярных методов в селекционном процессе [1–10].

Материалом для анализа служили сведения о природно-климатических условиях южных районов Хайнаня, особенностях почвенного покрова, биологической среде, технологических параметрах посева, орошения, удобрения, защиты растений, уборки урожая и хранения семян. Особое внимание уделено технологиям получения нескольких поколений сои в течение календарного года, раннего сбора бобов, регулирования искусственного освещения и совмещения ускоренного размножения с маркерной селекцией.

Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе выполнено обобщение природных и агротехнологических факторов, определяющих возможность ускоренного размножения сои на Хайнане. На втором этапе систематизированы основные технологические операции и меры защиты растений. На третьем этапе выявлены ограничения существующей технологии и определены направления ее дальнейшего совершенствования.

Результаты анализа и систематизации данных представлены в виде таблиц, отражающих условия выращивания, рекомендуемые технологические параметры, основные биологические риски и перспективные инновационные решения.

Результаты и обсуждение

Условия окружающей среды и адаптивность сои при размножении на юге Хайнаня

Южные районы Хайнаня характеризуются высокой обеспеченностью теплом и светом в зимний период, что создает благоприятные условия для ускоренного размножения сои. Для проведения работ по ускоренному размножению наиболее благоприятным является период с конца октября текущего года до начала апреля следующего года, когда количество осадков невелико, а температурные и световые условия удовлетворяют потребности растений в росте и развитии [1].

Соя относится к культурам короткого дня, поэтому в условиях Хайнаня фаза вегетативного роста сокращается, цветение наступает раньше, а продолжительность вегетационного периода уменьшается примерно до 85 дней. Это формирует естественные предпосылки для ускоренной смены поколений. Одновременно высокая температура и влажность способствуют развитию вредителей, болезней и сорняков, что требует усиления фитосанитарного контроля [1, 2].

Почвы ключевых зон ускоренного размножения преимущественно песчаные, отличаются хорошей воздухопроницаемостью, но слабой способностью удерживать воду и элементы питания. В большинстве районов содержание эффективных клубеньковых бактерий является недостаточным, что снижает азотфиксирующую способность сои и повышает зависимость растений от минерального питания [1, 3]. Основные условия, определяющие эффективность ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня**Table 1 – Conditions for accelerated soybean multiplication in the southern regions of Hainan**

Фактор	Характеристика	Технологическое значение
Климат	Высокие температуры, достаточная обеспеченность светом, отсутствие заморозков в зимний период	Обеспечивает возможность зимнего и круглогодичного выращивания сои
Осадки	Выраженные различия между сухим и дождливым сезонами; в зимний период количество осадков невелико	Требуются регулярное орошение и контроль водного режима
Фотопериод	Короткий световой день	Ускоряет цветение и сокращает вегетационный период, но ограничивает проявление ряда признаков
Почвы	Преимущественно песчаные, с низкой влагоемкостью и низкой обеспеченностью элементами питания	Необходимы дробное внесение удобрений и контроль вымывания питательных веществ
Биологическая среда	Высокая численность вредителей, распространенность болезней, сорняков и грызунов	Требуются комплексная система защиты растений

Основные технологические приемы ускоренного размножения сои

Технология ускоренного размножения сои на юге Хайнаня включает комплекс взаимосвязанных операций: выбор района и сроков посева, тщательную подготовку почв опытных участков, формирование гряд, предпосевную обработку семян, регулирование нормы высева семян, управление режимами орошения и минерального питания, своевременную уборку урожая и хранение семенного материала в оптимальных условиях.

Не вся территория Хайнаня одинаково пригодна для ускоренного размножения сои. Наиболее благоприятными являются районы, расположенные к югу от горы Учжишань, включая Санья, Ячэн и район Чунпо в Ледуне, где температура, почвенные условия и возможность организации искусственного орошения обеспечивают высокую стабильность выращивания сои [1–3]. При технологии получения одного поколения в год посев сои целесообразно проводить во второй–третьей декаде ноября, а уборку – во второй–третьей декаде февраля следующего года. При технологии получения двух поколений в год первый посев можно перенести на вторую декаду

октября, обеспечивая возможность последнего посева второго сезона до наступления дождливого периода [1, 4].

Для размещения опытных делянок следует выбирать ровные участки, расположенные на возвышенных элементах рельефа с хорошим дренажем и возможностью орошения. Использование рисовых чеков не рекомендуется из-за слабой водопроницаемости почвы, риска переувлажнения почвы, загнивания семян и гибели проростков. После выбора участка проводят глубокую вспашку, рыхление и выравнивание поверхности. Посев рекомендуется осуществлять на грядах шириной 100...120 см в два ряда, что облегчает проведение орошения, внесение удобрений и ухода за посевами [2, 3].

Особое значение имеет регулирование густоты стояния растений. В условиях короткого дня растения сои на Хайнане остаются сравнительно низкорослыми, поэтому изреженные посевы приводят к недостаточному смыканию растительного покрова и усилению засоренности. Для расщепляющихся образцов ранних поколений целесообразно применять более плотное размещение растений с междурядьями 25...30 см и густо-

той 375...450 тыс. растений/га, но не менее 300 тысяч растений на гектар. Стабильные линии поздних поколений допускается размещать с меньшей густотой стояния растений, что облегчает оценку хозяйственно

ценных признаков и отбор отдельных растений [1, 3].

Систематизированные технологические параметры ускоренного размножения сои представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технологические параметры ускоренного размножения сои на юге Хайнаня
Table 2 – Main technological parameters of accelerated soybean multiplication in southern Hainan

Элемент технологии	Рекомендуемые параметры	Назначение
Сроки посева	Одно поколение: II–III декада ноября; два поколения: первый посев со II декады октября	Снижение риска тайфунов и дождей, повышение качества семян
Формирование гряд	Гряды шириной 100...120 см, двурядный посев	Улучшение орошения, подкормки и ухода за посевами
Густота стояния	Для ранних поколений – 375...450 тыс. растений/га; минимально допустимая густота – 300 тыс. растений/га.	Ускорение размножения, подавление сорняков, рациональное использование площади
Орошение	Песчаные почвы – раз в 3...4 дня; суглинистые – раз в 6...9 дней	Поддержание оптимального водного режима растений в сухой сезон
Удобрение	Основное комплексное удобрение 600...750 кг/га; на тяжелых песчаных почвах 900...1050 кг/га; подкормка 300...450 кг/га	Компенсация недостаточной азотфиксации и потерь элементов питания вследствие вымывания
Уборка	Своевременная уборка при полной зрелости бобов; для ранних поколений – сбор бобов по гибридным комбинациям или селекционным линиям	Сохранение качества семян и ускорение смены поколений
Хранение семян	Просушивание в тени 3...4 дня, маркировка, хранение в сухом проветриваемом месте	Сохранение всхожести и предотвращение поражения плесенью, насекомыми и грызунами

Комплексная защита сои от биологических рисков

Биологические риски являются одним из наиболее значимых факторов, ограничивающих эффективность ускоренного размножения сои на Хайнане. Высокие температуры и благоприятные условия окружающей среды способствуют развитию вредителей, сорняков, грызунов и возбудителей болезней. Поэтому система защиты должна строиться на принципах профилактики, регулярного мониторинга, чередования препаратов и комплексного воздействия на разные

группы вредных организмов [2, 6].

К почвенным вредителям относятся подгрызающие совки, личинки щелкунов, муравьи и другие виды, повреждающие семена и всходы. Для профилактики применяют тщательную подготовку почвы, уничтожение сорняков, обработку гряд и использование инсектицидов при формировании посевного ложа. Надземные вредители, включая тлю, трипсов, листовёрток, капустную и хлопковую совку, повреждают листья, побеги и бобы, а также могут переносить вирусные заболевания [2].

Среди болезней наибольшее значение имеют корневая гниль, ложная мучнистая роса и пурпурный церкоспороз. Их вредность существенно возрастает при повышенной влажности воздуха и наличии ночной росы. Борьба с сорняками должна начинаться до посева и продолжаться в те-

чение всего периода вегетации, поскольку сорные растения конкурируют с соей за воду, свет и элементы питания, а также служат резерваторами возбудителей болезней и местом обитания вредителей [2, 6]. Основные биологические угрозы и меры защиты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Биологические риски при ускоренном размножении сои и меры защиты растений
Table 3 – Biological risks during accelerated soybean multiplication and plant protection measures

Группа рисков	Основные проявления	Рекомендуемые меры
Почвенные вредители	Повреждение семян, проростков и корневой системы	Глубокая обработка почвы, уничтожение сорняков, внесение инсектицидов при формировании гряд
Наземные вредители	Повреждение листьев и бобов, перенос вирусных заболеваний	Регулярный мониторинг, чередование инсектицидов, санитарное удаление поврежденных растений
Болезни	Развитие корневых гнилей, ложной мучнистой росы и пурпурного церкоспороза	Профилактические обработки фунгицидами, снижение переувлажнения, своевременная уборка
Сорняки	Быстрый рост и конкуренция с соей за ресурсы	Предпосевная обработка участка, почвенные гербициды, ручная прополка и точечное опрыскивание
Грызуны	Повреждение семян и бобов в период посева и налива семян	Выбор участков вдали от зон высокой численности грызунов, ограждения, безопасные приманки и регулярный мониторинг

Технологические инновации и ограничения ускоренного размножения

Современное развитие ускоренного размножения сои на Хайнане связано с переходом от однократного зимнего выращивания к круглогодичному получению нескольких поколений. Использование благоприятных световых и температурных условий острова в сочетании с досрочным сбором бобов и регулированием искусственного освещения позволяет получать 4...6 поколений сои в течение года, а у раннеспелых форм – до семи поколений. Это сокращает селекционный цикл более чем на 50 % и ускоряет получение гомозиготных линий [5].

Искусственное освещение способствует увеличению продолжительности светового дня, улучшению роста растений, увеличению размеров цветков и повышению эффективности ручной гибридизации. В сочетании с технологиями сохранения пыльцы и

регулирования сроков цветения это расширяет временные рамки гибридной селекции и позволяет проводить скрещивания в течение более продолжительного периода [5, 7].

Ранний сбор бобов сои является одним из ключевых приемов сокращения продолжительности одного поколения. При стандартизации сроков сбора, сушки в тени и последующего обмолота можно сократить цикл одного поколения примерно на 40 дней при сохранении высокой всхожести и энергии прорастания семян [4, 5]. Дополнительные возможности открывает сочетание ускоренного размножения с методами молекулярно-маркерной селекции, позволяющее проводить отбор по целевым признакам непосредственно в процессе размножения [5, 9].

Вместе с тем технология имеет ряд ограничений: в условиях короткого дня и высоких температур растения сои часто форми-

руют низкорослый фенотип, что снижает информативность отбора по урожайности. У части селекционных образцов затрудняется проведение гибридизации из-за уменьшения размера цветков и раннего завершения опыления. Дополнительные сложности создают высокая фитосанитарная нагрузка,

значительные затраты на защитные мероприятия и недостаточная стандартизация технологических регламентов для разных экотипов сои [1, 5, 7]. Основные инновации, их эффекты и ограничения систематизированы в таблице 4.

Таблица 4 – Инновационные решения и ограничения технологии ускоренного размножения сои
Table 4 – Innovative solutions and limitations of accelerated soybean multiplication technology

Направление	Ожидаемый эффект	Ограничения
Получение нескольких поколений в год	Сокращение селекционного цикла более чем на 50 %, ускоренное получение гомозиготных линий	Высокие требования к организации посева, уборки, хранения и защите растений
Искусственное освещение	Повышение эффективности гибридизации, увеличение размеров цветков, расширение сроков проведения скрещиваний	Высокие затраты на оборудование и эксплуатацию
Ранний сбор стручков	Сокращение продолжительности одного поколения примерно на 40 дней	Необходимость точного определения стадии зрелости и условий сушки
Молекулярно-маркерный отбор	Ускорение отбора по целевым признакам и повышение эффективности селекционного процесса	Потребность в лабораторной базе и квалифицированных специалистах
Стандартизация регламентов	Повышение воспроизводимости и масштабируемости технологии	Необходимость адаптации к разным экотипам и селекционным целям

Выводы

Южные районы провинции Хайнань благодаря тропическому климату, высокой обеспеченности теплом и светом, а также возможности зимнего и круглогодичного выращивания являются важной базой для ускоренного размножения сои. Сформированная технологическая система включает выбор подходящих районов и сроков посева, подготовку участков, формирование гряд, регулирование густоты стояния растений, управление орошением и минеральным питанием, комплексную защиту от биологических рисков, своевременную уборку урожая и хранение семян.

В результате проведенного анализа установлено, что наиболее значимыми факторами, определяющими эффективность ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня, являются световой режим, сроки посева, густота стояния расте-

ний, уровень обеспеченности влагой и эффективность фитосанитарной защиты.

Применение инновационных подходов, включая ранний сбор бобов сои, получение нескольких поколений в течение календарного года, искусственное регулирование освещения и использование методов молекулярно-маркерной селекции, позволяет существенно сократить продолжительность селекционного цикла и повысить эффективность получения исходного селекционного материала.

Основными лимитирующими факторами являются недостаточная выраженность фенотипических признаков в тропических условиях, сложность гибридизации, высокая фитосанитарная нагрузка, обусловленная распространением вредителей, болезней, сорняков и грызунов, а также недостаточный регламент технологических операций для различных экотипов сои. Дальней-

шее развитие технологии должно быть направлено на точное управление водным и питательным режимами, экологически безопасную защиту растений, регламент ускоренного размножения, интеграцию методов челночной селекции, молекулярно-маркерного отбора и интеллектуальных систем мониторинга.

Совершенствование технологии ускоренного размножения сои в южных районах Хайнаня будет способствовать повышению эффективности селекции, ускоренному созданию новых сортов и расширению возможностей использования тропических и субтропических регионов в селекционно-семеноводческой практике.

References

1. Li Lei, Li Zhi, Shi Hebin. *Practice and understanding of accelerated soybean multiplication in Hainan*. *Crops*. 2003;(4):68–70. (In Chin.).
2. Jiang Cuilan, Wang Deliang, Jiang Yujiu et al. Management measures for soybean cultivation under adverse biological conditions during multiplication in southern Hainan. *Heilongjiang Agricultural Sciences*. 2010;(5):11–14. (In Chin.).
3. Yu Fengyao, Yu Baoquan, Xin Xiujiun et al. Technical measures in soybean cultivation in southern Hainan. *Seed World*. 2008;(9):39. (In Chin.).
4. Pei Chunling, Gu Yongzhe, Fu Jiaqi et al. Study on the technology of accelerated multiplication of summer soybean from the Huang-Huai-Hai region on Hainan Island. *Crops*. 2023;(6):35–40. (In Chin.).
5. Gao Huawei, Li Jindong, Xu Jianguyuan et al. Year-round multi-generation soybean multiplication and breeding technology under Hainan Island conditions. *Soybean Science*. 2025;44(6):17–26. (In Chin.).
6. Zuo Jiao, Guo Yunling, Kong Hua et al. Study of weed species in genetically modified soybean fields in the southern breeding area. *Proceedings of the 12th National Scientific Conference on Weeds*. 2015:14. (In Chin.).
7. Zhang Yong, Sun Shi, Yang Xingyong et al. Methods for improving soybean hybridization success under southern multiplication conditions. *Bulletin of Plant Breeding*. 2014;40(7):1296–1303. (In Chin.).
8. Han Tianfu, Chang Zongyun, Yang Hua. Method for increasing generation advancement rate in soybean breeding. Patent CN1370395A. Published 2002 Sep 25. (In Chin.).
9. Fang Y, Wang L, Sapey E et al. Speed breeding system in soybean: integrating off-site generation advancement, fresh seeding, and marker-assisted selection. *Frontiers in Plant Science*. 2021;12:717077.
10. Qiu Lijuan, Chang Ruzhen. Data standards and description rules for soybean germplasm resources. Beijing : China Agriculture Press; 2006. (In Chin.).

Информация об авторах

Вэй Жань – кандидат наук, научный сотрудник;
Ли Ян – научный сотрудник;
Ли Сяофэн – магистр.

Information about the authors

Wei Ran – Candidate of Sciences, Researcher;
Li Yang – Researcher;
Li Xiaofeng – Master's degree holder.

**Статья поступила в редакцию 20.05.2026;
одобрена после рецензирования 22.05.2026;
принята к публикации 08.06.2026**

**The article was submitted 20.05.2026;
approved after reviewing 22.05.2026;
accepted for publication 08.06.2026**

Научная статья

УДК: 633.34:577.112:631.52

EDN: XOGLVU

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-23-31>**АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ СОРТОВ СОИ С РАЗНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА****Галина Викторовна Загуменная, Галина Александровна Кодирова, Оксана Викторовна Литвиненко, Надежда Юрьевна Корнева, Александр Александрович Литвиненко**Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, kgv@vniisoi.ru

Аннотация. Представлены результаты сравнительной оценки содержания белка, аминокислотного профиля и расчётной биологической ценности сортов сои селекции ФНЦ ВНИИ сои, различающихся по продолжительности вегетационного периода. Объектами исследования выступили генотипы, выращенные в 2024–2025 гг. в условиях Амурской области. Содержание белка определяли методом ближней инфракрасной спектроскопии, аминокислотный состав анализировали с помощью капиллярного электрофореза, а биологическую ценность оценивали по методу аминокислотного скоры относительно эталона FAO/WHO. Установлено, что содержание белка варьирует в диапазоне 39,33...42,34 % (в среднем 40,8 %). Скороспелые формы (Сентябринка, Статная) демонстрируют лидирующие показатели накопления белка. Сумма незаменимых аминокислот варьирует в пределах 37,06...37,95 % от общего количества, а соотношение суммы незаменимых аминокислот к сумме заменимых аминокислот (Σ НАК / Σ ЗАК) находится в оптимальном интервале 0,59...0,61. Расчёт аминокислотного скоры подтвердил полноценность белка по большинству эссенциальных аминокислот (лизин 143...150 %, треонин 197...223 %, триптофан 175...218 %), при этом лимитирующим фактором для всех генотипов остаётся комплекс серосодержащих аминокислот (скор 85...92 %). Полученные данные подтверждают перспективность использования сортов сои местной селекции в перерабатывающей промышленности и могут служить основой для производства продуктов с заданными функциональными свойствами.

Ключевые слова: соя, белок, незаменимые аминокислоты, биологическая ценность, аминокислотный профиль, сорта сои.

Для цитирования: Загуменная Г. В., Кодирова Г. А., Литвиненко О. В., Корнева Н. Ю., Литвиненко А. А. Аминокислотный профиль сортов сои с разной продолжительностью вегетационного периода // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 23–31. EDN: XOGLVU. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-23-31>

Original article**AMINO ACID PROFILE OF SOYBEAN VARIETIES WITH DIFFERENT DURATIONS OF THE GROWING SEASON****Galina V. Zagumennaya, Galina A. Kodirova, Oksana V. Litvinenko, Nadezhda Yu. Korneva, Alexander A. Litvinenko**Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Center «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean», Blagoveshchensk, Russia, kgv@vniisoi.ru

Abstract. The article presents the results of a comparative assessment of the protein content, amino acid profile, and estimated biological value of soybean varieties bred at the Federal Scientific Center of Soybean Research Institute, differing in the length of the growing season. The objects of the study were

© Загуменная Г. В., Кодирова Г. А., Литвиненко О. В., Корнева Н. Ю., Литвиненко А. А., 2026

genotypes grown in 2024–2025 in the Amur Region. Protein content was determined using near infrared spectroscopy, the amino acid composition was analyzed using capillary electrophoresis, and the biological value was estimated using the amino acid score method relative to the FAO/WHO standard. It was found that protein content varies in the range of 39.33...42.34 % (an average of 40.8 %). Early maturing varieties (Sentyabrinka, Statnaya) demonstrate leading indicators of protein accumulation. The total essential amino acids range from 37.06...37.95 % of the total, and the ratio of the total essential amino acids to the total non-essential amino acids (Σ EAA / Σ NAA) is within the optimal range of 0.59...0.61. Calculation of the amino acid score confirmed the completeness of the protein for most essential amino acids (lysine 143...150 %, threonine 197...223 %, tryptophan 175...218 %), while the limiting factor for all genotypes remains the complex of sulfur-containing amino acids (score 85...92 %). The obtained data substantiate the feasibility of using locally bred soybean varieties in processing and open up prospects for the production of products with desired functional properties.

Keywords: soybean, protein, essential amino acids, biological value, amino acid profile, soybean varieties.

For citation: Zagumennaya GV, Kodirova GA, Litvinenko OV, Korneva NYu, Litvinenko AA. Amino acid profile of soybean varieties with different durations of the growing season [Aminokislotnyi profil' sortov soi s raznoi prodolzhitel'nost'yu vegetatsionnogo perioda]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4:2:23–31 (in Russ.). EDN: XOGLVU. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-23-31>

Введение

Соя (*Glycine max* L.) является одной из наиболее значимых для человека белково-масличных сельскохозяйственных культур. В мировом продовольственном балансе она занимает третье место после пшеницы и риса. Одним из ключевых аспектов ее значимости является то, что семена сои считаются лучшим источником биологически полноценного белка. В среднем его содержание в семенах сои варьирует от 38 до 45 % [1–3].

Высокая биологическая ценность белка сои обусловлена сбалансированностью и полным набором эссенциальных аминокислот – необходимых для обеспечения жизнедеятельности организма. Любые нарушения аминокислотного баланса или дефицит одной из этих аминокислот в рационе питания могут приводить к серьезным метаболическим сдвигам в патологическую сторону, что делает сою важным сырьем, используемым в производстве продуктов питания для человека. Кроме того, близость аминокислотного профиля растительного белка сои к белкам животного происхождения, позволяет рассматривать эту культуру как эффективный источник для производства альтернативных белков, заменяющих животные белки [2, 4, 5].

Научно доказано, что биохимический

состав семян сои, включая аминокислотный профиль белка, может существенно варьировать в зависимости от биологических особенностей сорта, погодных условий зоны возделывания, фазы вегетации и агротехнологических приёмов [6–9]. Для эффективного использования зерна сои сортов местной селекции в перерабатывающей промышленности и выявления наиболее перспективных сортов для их дальнейшего внедрения в производство, важна комплексная оценка биохимического состава зерна и аминокислотного профиля соевого белка.

В связи с этим **цель исследования** заключалась в сравнительном анализе сортов сои, созданных селекцией ФНЦ ВНИИ сои, по содержанию белка, аминокислотному профилю и расчетной биологической ценности.

Условия, материалы и методы

Объектами исследований были выбраны сорта сои селекции ФНЦ ВНИИ сои, различающиеся по продолжительности вегетационного периода (таблица 1), выращенные в 2024–2025 гг. на опытных участках селекционных питомников института (с. Садовое, Тамбовский муниципальный округ, Амурская область). Агротехника осуществлялась в соответствии с зональной системой земледелия Амурской области [10].

Таблица 1 – Характеристика сортов сои селекции ФНЦ ВНИИ сои**Table 1 – Characteristics of soybean varieties developed by the Federal Research Center All-Russian Scientific Research Institute of Soybean**

Сорт	Группа спелости	Вегетационный период, дни
Топаз	Ультраскороспелый	89...93
Сентябринка	Скороспелый	87...99
Статная	Скороспелый	97...103
Золушка	Среднеспелый	112...115
ВНИИС 18	Среднеспелый	108...112
Алёна	Позднеспелый	115...125
Бонус	Позднеспелый	112...118

Содержание белка в зерне сои определяли посредством многофакторного метода ближней инфракрасной спектроскопии (БИК-анализ), с использованием анализатора «FOSS NIRSystems 5000» ("G.R.A.S. Sound & Vibration A/S", Дания) в соответствии с ГОСТ 32749-2014. Спектральные данные обрабатывали путем стандартных калибровочных уравнений с применением программы Vision 3.1. Значения содержания белка приведены на абсолютно сухое вещество (АСВ).

Анализ состава аминокислот проводили в соответствии с методическими рекомендациями М 04-38-2009 с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-205» (ООО Люмэкс, Россия), оборудованной фотометрическим детектором и кварцевым капилляром длиной 75 см и внутренним диаметром 50 микрометров.

Метод анализа аминокислот включает несколько этапов: пробы подвергаются кислотному или щелочному (для триптофана) гидролизу, чтобы высвободить аминокислоты. Свободные аминокислоты преобразуются в фенилизотиокарбамильные производные, которые разделяются и количественно определяются. Для каждой пробы снимались три электрофореграммы. Обработка данных с электрофореграмм и автоматическое количественное определение аминокислот по площади пиков (пропорциональной их концентрации) выполнялись с помощью программы «Эльфран».

В итоге, содержание каждой аминокислоты выражалось в процентах от общего количества всех аминокислот.

Анализ проводили по трем схемам (№1, №2, №3), которые отличались подготовкой проб, условиями электрофореза и набором определяемых аминокислот:

- Схема №1. Для аминокислот (аргинин, лизин, тирозин, фенилаланин, гистидин, лейцин+изолейцин, метионин, валин, пролин, треонин, серин, аланин, глицин) применяли кислотный гидролиз при 110 °С в течение 14...16 часов.

- Схема №2. Для аминокислот (глутамин+глутаминовая кислота, аспарагин+аспарагиновая кислота, цистин в форме цистеиновой кислоты) сначала проводили окисление, затем кислотный гидролиз при 110 °С в течение 14...16 часов.

Спектры для схем №1 и №2 регистрировали при длине волны 254 нанометра.

- Схема №3. Для триптофана использовали щелочной гидролиз при 110 °С в течение 14...16 часов. Длина волны составляла 219 нанометров.

Во время гидролиза амидов в процессе пробоподготовки, значения по аспарагиновой и глутаминовой кислотам отражают их суммарное содержание вместе с аспарагином и глутамином соответственно. Показатель цистина также является суммарным (цистин + цистеин) после окисления до цистеиновой кислоты. Лейцин и изолейцин в

условиях анализа не разделяются, поэтому их содержание определяли суммарно.

Для количественной оценки биологической ценности и сбалансированности аминокислотного профиля применяется метод аминокислотного сора. Он рассчитывается путем сравнения содержания незаменимых аминокислот в исследуемом образце с их содержанием в эталонном белке FAO/WHO [11]. Сор определяется как процентное отношение содержания незаменимой аминокислоты в исследуемом белке к ее содержанию в эталонном белке.

Аминокислотный сор рассчитывали по формуле [12]:

$$C_j = \frac{A_j}{A_{j\text{эт}}} \cdot 100 \%,$$

где C_j – сор j -ой незаменимой аминокислоты, %;

A_j – содержание j -ой незаменимой аминокислоты, содержащейся в одном грамме исследуемого белка, г/100 г белка;

$A_{j\text{эт}}$ – содержание j -ой незаменимой аминокислоты, содержащейся в одном грамме эталонного белка, г/100 г белка.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием пакета программ Microsoft Excel 2010 и

Statistica 10, при уровне статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Для комплексной оценки биологической ценности белковых компонентов исследуемых сортов сои было определено содержание белка. Разнообразие генотипов и продолжительности вегетационного периода позволило установить влияние данных факторов на процессы накопления белка и формирование аминокислотного профиля.

Содержание белка в зерне исследуемых сортов сои продемонстрировало существенную генотипическую вариабельность, варьируя в диапазоне 39,33...42,34 % при среднем значении 40,8 % (рисунок 1). Более высокое накопление белка отмечено у скороспелых сортов Сентябринка (42,34 %) и Статная (41,52 %), минимальное – у средне-спелого сорта Золушка (39,33 %). Ультраскороспелые и позднеспелые формы показали промежуточные показатели, составив 40,15...40,92 %, что может свидетельствовать о зависимости белкового накопления от сортовых особенностей и сроков созревания. Выявленная зависимость содержания белка от группы спелости согласуется с данными других исследований [7].

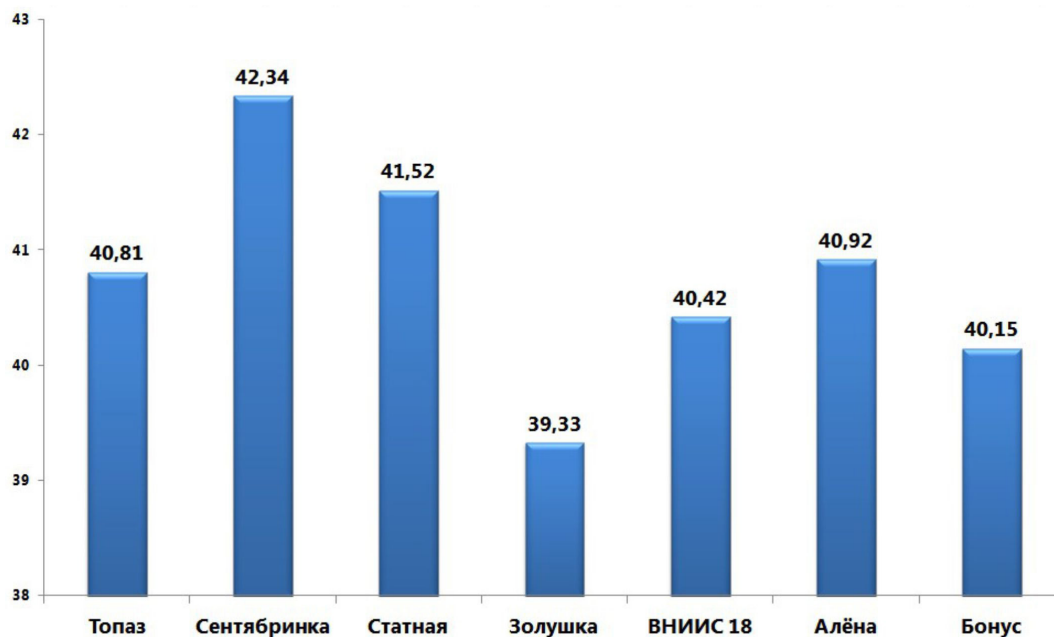


Рисунок 1 – Содержание белка в зерне исследуемых сортов сои, %
Figure 1 – Protein content in the grain of the studied soybean varieties, %

Однако количественное содержание белка не всегда является исчерпывающим показателем его биологической ценности, которая в большей степени определяется аминокислотным составом, в частности содержанием незаменимых аминокислот (НАК). Анализ аминокислотного профиля исследуемых сортов сои показал, что сумма НАК варьировала в пределах 37,06...37,95 % от общего количества аминокислот (таблица 2), что полностью соответствует рекомендациям FAO/WHO для полноценных пищевых белков. Максимальные значения зафиксированы у позднеспелых сортов Алёна (37,95 %) и Бонус (37,81 %), а также у скороспелого сорта Сентябрянка (37,83 %); минимальное

содержание суммы НАК отмечено у средне-спелого сорта Золушка (37,06 %). Статистический анализ показал, что межсортовые различия находятся в пределах критического диапазона ($CR_{0,95} = 0,31$), что свидетельствует об отсутствии достоверных различий по данному признаку. Тем не менее, прослеживается незначительная тенденция к повышению доли НАК аминокислот у позднеспелых форм по сравнению со средне-спелыми. Соотношение сумм незаменимых и заменимых аминокислот (Σ НАК / Σ ЗАК) во всех изученных образцах было сбалансированным и составляло 0,59...0,61, что соответствует требованиям к полноценным белкам.

Таблица 2 – Аминокислотный профиль исследуемых сортов сои (% от суммы аминокислот)
Table 2 – Amino acid profile of the studied soybean varieties (% of total amino acids)

Аминокислота	Сорт							CR _{0,95}
	Топаз	Сентябрянка	Статная	Золушка	ВНИИС 18	Алёна	Бонус	
Незаменимые аминокислоты								
Лизин	6,67	6,74	6,77	6,82	6,44	6,50	6,45	0,16
Фенилаланин	5,12	5,18	5,11	4,92	4,92	5,00	4,98	0,10
Лейцин + Изолейцин	13,64	13,79	13,52	13,12	13,12	13,35	13,30	0,26
Метионин	0,86	0,87	0,85	0,81	0,83	0,88	0,81	0,03
Валин	5,54	5,60	5,53	5,44	5,77	5,87	5,85	0,17
Треонин	4,54	4,60	4,54	4,72	5,04	5,12	5,11	0,27
Триптофан	1,07	1,05	1,11	1,23	1,28	1,23	1,31	0,10
Σ НАК	37,44	37,83	37,43	37,06	37,4	37,95	37,81	0,31
Заменимые аминокислоты								
Аргинин	7,63	7,74	7,58	7,70	7,38	7,51	7,48	0,13
Гистидин	2,83	2,86	2,83	2,73	2,8	2,84	2,83	0,04
Пролин	5,69	5,76	5,69	5,71	5,72	5,82	5,8	0,05

Окончание таблицы 2

Аминокислота	Сорт							CR _{0,95}
	Топаз	Сентябрянка	Статная	Золушка	ВНИИС 18	Алёна	Бонус	
Заменяемые аминокислоты								
Серин	6,55	6,62	6,54	6,7	6,34	6,44	6,43	0,12
Аланин	5,07	5,13	5,07	5,21	5,12	5,21	5,19	0,06
Глицин	4,67	4,73	4,67	4,83	4,64	4,72	4,7	0,06
Тирозин	3,54	3,58	3,53	3,44	3,38	3,44	3,43	0,07
Цистин	1,13	1,08	1,13	1,06	1,15	1,14	1,15	0,04
Глутаминовая кислота	13,64	13,79	13,52	13,12	13,12	13,35	13,30	0,26
Аспарагиновая кислота	10,41	10,11	10,44	10,64	10,9	10,4	10,07	0,29
Σ ЗАК	62,56	62,17	62,57	62,94	62,60	62,05	62,19	0,31
Σ НАК / Σ ЗАК	0,60	0,61	0,60	0,59	0,60	0,61	0,61	0,01
Σ НАК – сумма незаменимых аминокислот; Σ ЗАК – сумма заменимых аминокислот CR _{0,95} – критический диапазон								

Особое внимание уделяется содержанию лизина, являющегося лимитирующей аминокислотой для злаковых культур [13]. В исследуемых сортах сои содержание лизина варьировало от 6,44 % (сорт ВНИИС 18) до 6,82 % (сорт Золушка). Данные показатели значительно превосходят средние значения для большинства злаковых культур, что подчеркивает высокую эффективность сои в качестве дополняющего компонента рациона. Также отмечено высокое содержание аргинина (7,38...7,74 %) и глутаминовой кислоты (14,53...15,17 %), что улучшает вкусовые свойства и усвояемость белка.

Для всесторонней оценки биологической ценности был рассчитан аминокислотный скор относительно эталонного белка, рекомендованного FAO/WHO (рисунок 2). Результаты анализа подтвердили, что белковый состав всех исследуемых

сортов является полноценным. По большинству НАК (лизин, лейцин + изолейцин, треонин, валин, триптофан, фенилаланин + тирозин) скор превышает 100 %, что свидетельствует об избыточном содержании этих компонентов относительно физиологических потребностей организма. Единственным лимитирующим фактором для всех исследуемых сортов оказался комплекс серосодержащих аминокислот метионин + цистин (скор 85...92 %), что является типичным для бобовых культур и не снижает общей биологической ценности сои. Несмотря на относительную дефицитность метионина и цистина, общий аминокислотный профиль остаётся сбалансированным, поскольку лимитация по одной группе аминокислот компенсируется значительным превышением эталонных норм по остальным эссенциальным компонентам.

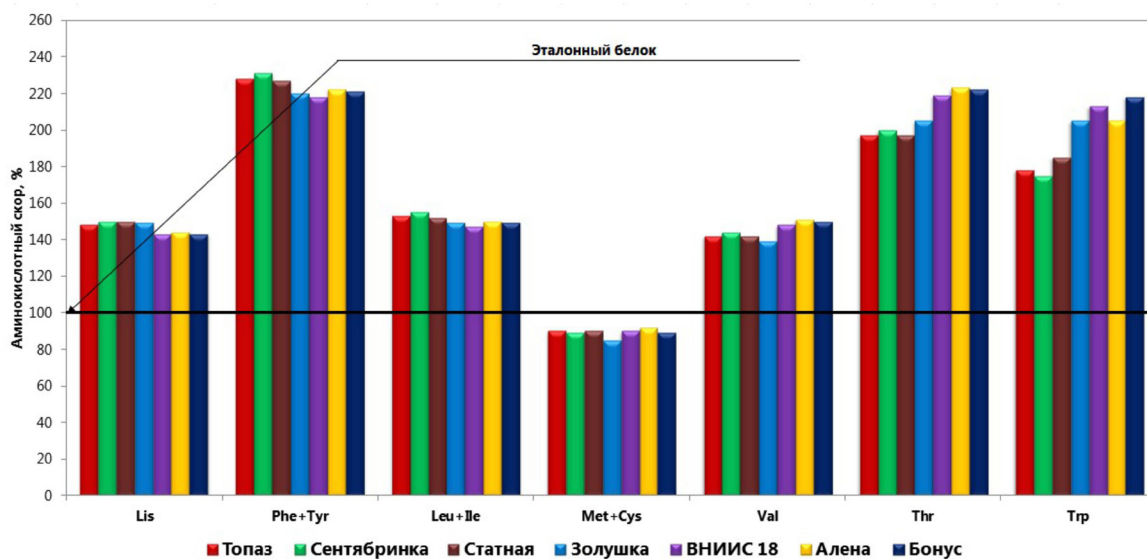


Рисунок 2 – Аминокислотный скор исследуемых сортов сои (%)

Figure 2 – Amino acid scores of the studied soybean varieties (%)

Примечание: Lis – лизин; Phe + Tyr – фенилаланин + тирозин; Leu + Ile – лейцин + изолейцин; Met + Cys – метионин + цистин; Val – валин; Thr – треонин; Trp – триптофан

Закключение

Проведённое исследование подтвердило, что сорта сои селекции ФНЦ ВНИИ сои характеризуются высоким содержанием белка (39,33...42,34 %, в среднем 40,8 %). Выявлена выраженная дифференциация по данному показателю в зависимости от продолжительности вегетационного периода. Скороспелые сорта (Сентябринка, Статная) лидируют по накоплению белка, что определяет их адаптационный потенциал в зонах с укороченным вегетационным периодом.

Аминокислотный профиль всех изученных генотипов соответствует критериям полноценного белка. Доля НАК составляет 37,06...37,95 % от общего количества аминокислот, а соотношение Σ НАК / Σ ЗАК находится в оптимальном диапазоне 0,59...0,61. Статистически достоверных межсортных различий по содержанию НАК не выявлено, однако позднеспелые формы демонстрируют незначительное количественное превышение по данному показателю.

Оценка биологической ценности по методу аминокислотного сора FAO/WHO подтвердила полноценность белка всех изученных генотипов по большинству незаменимых аминокислот. Аминокислотный скор по лизину составил 143...150 %, по треонину – 197...223 %, по триптофану – 175...218 %, что определяет высокую комплементарность соевого белка с зерновыми культурами. Единственным лимитирующим фактором для всех исследуемых сортов оказался комплекс серосодержащих аминокислот (метионин + цистин), скор по которому варьировал в диапазоне 85...92 %, что необходимо учитывать при формировании рационов и разработке пищевых продуктов.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности и эффективности использования зерна сои сортов местной селекции в перерабатывающей промышленности, а именно создают основу для расширения ассортимента пищевых продуктов и ингредиентов с заданными функциональными свойствами.

Список источников

1. Qin P., Wang T., Luo Y. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development // Journal of Agriculture and Food Research. 2022. Vol. 7 (12). P. 100265. <https://doi.org/10.1016/j.jafar.2022.100265>.

org/10.1016/j.jafr.2021.100265

2. Поморова Ю. Ю., Пятковский В. В., Серова Ю. М. Биохимический состав семян сортов сои, возделываемых в различных регионах России, и аспекты его биологической ценности (обзор) // Масличные культуры. 2023. Вып. 4 (196). С. 84–96. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96>.

3. Литвиненко О. В., Корнева Н. Ю., Кодирова Г. А., Кубанкова Г. В. Результаты сравнительного изучения сортов сои по показателям биохимического состава зерна // Агронаука. 2023. Т. 1. № 4. С. 62–70. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-1-4-62-70>

4. Серова Ю. М., Ефименко С. Г. Характеристика белкового комплекса сортов сои селекции ВНИИМК // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 39–44. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2024-4-200-39-44>

5. Серова Ю. М., Ефименко С. Г. Оценка сортов сои селекции ВНИИМК на содержание белка и лизина // Технологическое обеспечение и экономическая целесообразность использования новых сортов сельскохозяйственных культур: Материалы международной научно-практической онлайн-конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 300-летию Российской академии наук. Орёл : ФГБНУ "Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур", 2025. С. 131–134.

6. Мартынов М. А. Оценка перспективных сортов и селекционных линий сои по продуктивности и качественному составу семян в условиях Центрально-Черноземного региона // Вестник аграрной науки. 2025. № 1 (112). С. 100–107. <https://doi.org/10.24412/2587-666X-2025-1-100-107>

7. FAO/WHO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 92. Rome, 2013.

8. Биймырсаева А. К., Содомбеков И. С. Некоторые показатели биохимического состава семян сои (*Glycine max.*), выращенной в условиях Чуйской долины // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. № 3. С. 16–19. <https://doi.org/10.17513/mjpf.13515>

9. Dietary protein quality assessment in human nutrition: report of an FAO Expert Consultation. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 2013. 68 p. ISBN 978-92-5-107417-6.

10. Тихончук П. В., Щегорев О. В., Захарова Е. Б. [и др.]. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2016. 570 с. ISBN 978-5-9642-0276-9. <https://doi.org/10.22450/9785964202769>.

11. Новикова Л. Ю., Сеферова И. В., Некрасов А. Ю., [и др.]. Влияние погодноклиматических условий на содержание белка и масла в семенах сои на Северном Кавказе // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 6. С. 708–715. <https://doi.org/10.18699/VJ18.414>

12. Петибская В. С., Назаренко С. В., Баранов В. Ф., Кочегура А. В. Влияние биологических особенностей сорта и условий выращивания сои на биохимический состав семян // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2000. № 4(257). С. 14–18.

13. Лаврентьева С. И., Иваченко Л. Е. Биохимический состав семян сои Дальневосточного региона // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1 (202). С. 47–55. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-1-47-55>

References

1. Qin P, Wang T, Luo Y. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022;7(12):100265. (in Russ.). <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100265>

2. Pomorova YuYu, Pyatovsky VV, Serova YuM. Biochemical composition of soybean seeds produced in various regions of Russia and aspects of its biological value (review) [Biokhimicheskii sostav semyan sortov soi, vzdelyvaemykh v razlichnykh regionakh Rossii, i aspekty ego biologicheskoi tsennosti (obzor)]. *Oilseed crops*. 2023;4(196):84–96. (in Russ.). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2023-4-196-84-96>

3. Litvinenko OV, Korneva NYu, Kodirova GA, Kubankova GV. Results of a comparative study of soybean varieties according to the biochemical composition of grain [Rezultaty sravnitel'nogo izucheniya sortov soi po pokazatelyam biokhimicheskogo sostava zerna]. *Agronauka=Agrosience*. 2023;1:4:62–70 (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2949-2211-1-4-62-70>

4. Serova YM, Efimenko SG. Characterization of the protein complex of soybean varieties bred at v.s. pus-tovoit all-russian research institute of oil crops. [Kharakteristika belkovogo kompleksa sortov soi seleksii VNIIMK]. *Oilseed crops*. 2024;4(200):39–44. (in Russ.). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2024-4-200-39-44>

5. Serova YuM, Efimenko SG. Evaluation of soybean varieties bred at VNIIMK for protein and lysine con-

tent. [Otsenka sortov soi selektsii VNIIMK na sodержanie belka i lizina]. *Technological support and economic feasibility of using new varieties of agricultural crops: Proceedings of the international scientific and practical online conference of young scientists and specialists dedicated to the 300th anniversary of the Russian Academy of Sciences*. Orel: Federal Scientific Center for Legumes and Cereal Crops, 2025;131–134. (in Russ.).

6. Martynov MA. Evaluation of promising varieties and breeding lines of soybean on productivity and quality composition of seeds in the conditions of the central black earth region [Otsenka perspektivnykh sortov i selektsionnykh linii soi po produktivnosti i kachestvennomu sostavu semyan v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona]. *Bulletin of agrarian science*. 2025;1(112):100–107. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2587-666X-2025-1-100-107>

7. FAO/WHO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. FAO Food and Nutrition Paper 92. Rome, 2013.

8. Biymyrsaeva AK, Sodombekov IS. Some indicators of the biochemical composition of soybean seeds (*Glycine max.*), grown in the conditions of Chuy valley [Nekotorye pokazateli biokhimicheskogo sostava semyan soi (*Glycine max.*), vyrashchennoi v usloviyakh Chuiskoi doliny]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2023;3:16–19. (in Russ.). <https://doi.org/10.17513/mjpf.13515>

9. Dietary protein quality assessment in human nutrition: report of an FAO Expert Consultation. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 2013;68. ISBN 978-92-5-107417-6.

10. Tikhonchuk PV, Shchegorets OV, Zakharova EB, [et al.]. The farming system of the Amur region : an industrial and practical handbook [Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti : proizvodstvenno-prakticheskii spravochnik] /Blagoveshchensk : Far Eastern State Agrarian University. 2016;570. ISBN 978-5-9642-0276-9. (in Russ.). <http://doi.org/10.22450/9785964202769>

11. Novikova LYu, Seferova IV, Nekrasov AYu, [et al.]. Impact of weather and climate on seed protein and oil content of soybean in the North Caucasus. [Vliyaniye pogodnoklimaticheskikh uslovii na sodержanie belka i masla v semenakh soi na Severnom Kavkaze]. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii=Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(6):708–715. (in Russ.). <https://doi.org/10.18699/VJ18.414>

12. Petibskaya BS, Nazarenko SV, Baranov VF, Kochegura AV. The influence of biological characteristics of the variety and growing conditions of soybeans on the biochemical composition of seeds [Vliyaniye biologicheskikh osobennostei sorta i uslovii vyrashchivaniya soi na biokhimicheskii sostav semyan]. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2000;4(257):14–18. (in Russ.).

13. Lavrent'yeva SI, Ivachenko LE. Biochemical composition of soybean of the Far Eastern Region [Biokhimicheskii sostav semyan soi Dal'nevostochnogo regiona]. *Bulliten KrasSAU*. 2024;(1):47–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-1-47-55>

Информация об авторах

Г. В. Загуменная – кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
Г. А. Кодирова – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;
О. В. Литвиненко – кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник;
Н. Ю. Корнева – кандидат технических наук, старший научный сотрудник;
А. А. Литвиненко – лаборант-исследователь.

**Статья поступила в редакцию 25.05.2026;
одобрена после рецензирования 28.05.2026;
принята к публикации 05.06.2026**

Information about the authors

G. V. Zagumennaya – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher;
G. A. Kodirova – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher;
O. V. Litvinenko – Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher;
N. Yu. Korneva – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher;
A. A. Litvinenko – Laboratory researcher.

**The article was submitted 25.05.2026;
approved after reviewing 28.05.2026;
accepted for publication 05.06.2026**

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

Научная статья

УДК 633.41/.44; 632.4.01/.08

EDN: XVCTUX

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-32-43>

СОРТОУЛУЧШАЮЩАЯ СЕЛЕКЦИЯ МОРКОВИ СТОЛОВОЙ НА ОСНОВЕ СЕМЕЙСТВЕННОГО ОТБОРА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

Любовь Михайловна Соколова¹, Александр Владимирович Корнев²

Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства», Раменский городской округ, Московская область, Россия, lsokolova74@mail.ru¹, alexandrvg@gmail.com²

Аннотация. Оценка, классификация, характеристика и сохранение генетических ресурсов являются важнейшими этапами селекционного процесса, направленного на совершенствование сельскохозяйственных культур по хозяйственно ценным признакам. Цель исследования – выявить перспективные семьи моркови столовой, выделенные методом семейственного отбора, обладающие улучшенными показателями урожайности, качества продукции и устойчивости к болезням. В статье представлены результаты изучения внутрисортного генетического разнообразия моркови столовой при сортоулучшающей селекции сортов Витаминная 6 и Шантенэ королевская. По результатам оценки комплексом лабораторных и полевых методов на устойчивость к комплексу листовых болезней выделены образцы ВС–1, ВС–4, ШС–4 и ШС–6, отнесенные к группе слабовосприимчивых. При изучении фенотипической изменчивости установлено варьирование признаков длины корнеплода, длины и количества листьев, массы корнеплода с ботвой и без ботвы. Выделенные семьи характеризовались улучшенными показателями по комплексу хозяйственно ценных признаков. Максимальная длина корнеплода отмечена у семей сорта Витаминная 6, тогда как у отдельных семей сорта Шантенэ королевская выявлены выровненные корнеплоды оптимального размера. Длина листовой розетки варьировала в пределах 57...64 см, что способствует механизированной уборке. Число листьев у перспективных образцов составляло в среднем 9 штук на растение. По совокупности фенотипических показателей наиболее перспективными для дальнейшей селекционной работы признаны семьи ВС–1, ВС–4, ШС–4 и ШС–6.

Ключевые слова: морковь столовая, сортоулучшающая селекция, семейственный отбор, генетическое разнообразие, генотипы, хозяйственно ценные признаки, устойчивость к болезням, альтернатива, фузариоз.

Для цитирования: Соколова Л. М., Корнев А. В. Сортоулучшающая селекция моркови столовой на основе семейственного отбора по хозяйственно ценным признакам // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С.32–43. EDN: XVCTUX. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-32-43>

Original article

IMPROVEMENT BREEDING OF TABLE CARROT BASED ON FAMILY SELECTION FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS

Lyubov M. Sokolova¹, Aleksandr V. Kornev²

© Соколова Л. М., Корнев А. В., 2026

All-Russian Research Institute of Vegetable Growing, Branch of the Federal Scientific Vegetable Center, Ramensky Urban District, Moscow Region, Russia, Isokolova74@mail.ru¹, alexandrvg@gmail.com²

Abstract. Evaluation, classification, characterization, and conservation of genetic resources are essential stages of breeding programs aimed at improving agricultural crops for economically valuable traits. The aim of the study was to identify promising table carrot families obtained through family selection and characterized by improved yield, product quality, and disease resistance. The article presents the results of studying the intraspecific genetic diversity of table carrot during improvement breeding of the cultivars Vitaminnaya 6 and Chantenay Royal. Based on the assessment of resistance to a complex of leaf diseases using laboratory and field methods, the samples VS-1, VS-4, ShS-4, and ShS-6 were identified and classified as weakly susceptible. The study of phenotypic variability revealed variation in root length, leaf length and number, and root weight with and without foliage. The selected families demonstrated improved performance for a range of economically valuable traits. The maximum root length was recorded in families of the cultivar Vitaminnaya 6, whereas selected families of the cultivar Chantenay Royal produced uniform roots of optimal size. Leaf rosette length ranged from 57 to 64 cm, which is favorable for mechanized harvesting. The number of leaves in the selected samples averaged nine leaves per plant. Based on the combination of phenotypic characteristics, the families VS-1, VS-4, ShS-4, and ShS-6 were identified as the most promising for further breeding work.

Keywords: stable carrot, improvement breeding, family selection, genetic diversity, economically valuable traits, disease resistance, phenotypic variability, breeding material.

For citation: Sokolova LM, Kornev AV. Improvement breeding of table carrot based on family selection for economically valuable traits [Sortouluchshayushchaya selektsiya morkovi stolovoi na osnove semejstvennogo otbora po khozyaistvenno tsennym priznakam]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4(2):32–43. (In Russ.). EDN: XVCTUX. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-32-43>.

Введение

Семейство Зонтичные (Apiaceae) включает ряд овощных культур, среди которых морковь столовая является одной из наиболее распространенных и экономически значимых корнеплодных культур. Морковь служит важным источником провитамина А, пищевых волокон и других биологически активных веществ, что определяет ее высокую пищевую и хозяйственную ценность [1].

Посевные площади моркови в России (во всех категориях хозяйств) в 2025 году составили около 41,1 тысяч гектар. Основная часть промышленного производства сосредоточена в сельскохозяйственных организациях и крестьянских (фермерских) хозяйствах. При этом в последние годы наблюдается тенденция к некоторому сокращению посевных площадей при одновременном росте урожайности благодаря внедрению современных технологий возделывания и селекции [2].

Фенотипическая и генотипическая оценка сортов моркови позволила выявить

формы, различающиеся по накоплению вторичных метаболитов, в частности антоцианов, каротиноидов и лютеина, обладающих антиоксидантными свойствами и оказывающих положительное влияние на качество продукции [3, 4]. Биологически активные соединения моркови и продукты ее переработки представляют интерес также с точки зрения пищевой ценности, сохранения β -каротина и потенциальной функциональной направленности продукции [5, 6]. Изучение генетического разнообразия моркови имеет важное значение для выявления и использования исходного материала, устойчивого к биотическим и абиотическим стрессовым факторам в условиях изменяющегося климата [7–11].

Коллекции зародышевой плазмы являются важным источником генетического разнообразия и представляют значительную ценность для изучения фенотипической и генотипической изменчивости, а также для достижения селекционных целей [12]. Наличие генетически разнообразного

исходного материала требует его систематического изучения, оценки и комплексной характеристики для последующего использования в селекционных программах [13]. Генетические ресурсы моркови могут быть охарактеризованы на основе анализа качественных и количественных признаков в различных почвенно-климатических условиях и селекционных питомниках [14].

Селекционеры уделяют особое внимание изучению генетического разнообразия популяций моркови столовой, поскольку широкий спектр наследственной изменчивости служит основой для создания новых сортов с улучшенными хозяйственно ценными признаками. Урожайность является сложным количественным признаком, формирование которого зависит от совокупности морфологических, биологических и хозяйственно ценных характеристик растения [15]. В связи с этим сочетание фенотипической и генетической информации позволяет более эффективно использовать селекционный материал при создании новых сортов и совершенствовании существующих [16].

Цель исследования – выявить перспективные семьи моркови столовой, выделенные методом семейственного отбора, обладающие улучшенными хозяйственно ценными признаками, включая урожайность, качество продукции и устойчивость к болезням.

Материалы и методы

Агроклиматические условия

Метеорологические условия в годы исследований отличались значительной изменчивостью и в целом оказывали влияние на формирование корнеплодов и семенную продуктивность моркови столовой.

В 2021 году весенний период характеризовался жаркой и засушливой погодой. Средняя температура воздуха в мае составила 16,6 °С, что было выше среднегоголетнего значения (11,7 °С), при дефиците осадков. В июне среднесуточная температура достигала 19,8 °С при среднегоголетнем значении 15,4 градуса Цельсия. Количество осадков составило 23,0 мм, что было неблагоприятно для формирования корнеплодов и развития семенных растений на начальном этапе роста. Июль был жарким и

сухим. Период цветения моркови начался в конце июня при низком количестве осадков (10,5 мм), что затрудняло опыление. В августе сохранялась жаркая погода со среднесуточной температурой 18,5 °С и дефицитом осадков (30,0 мм). В сентябре установилась теплая и сухая погода, благоприятная для уборки корнеплодов и семенных растений.

В 2022 году весна была теплой и слабо засушливой. Средняя температура воздуха в мае составила 10,8 °С, что было близко к среднегоголетнему значению (11,7 °С). Количество осадков в мае находилось на уровне среднегоголетних показателей. В июне среднесуточная температура воздуха составила 19,8 °С, что превышало среднегоголетнее значение (15,4 °С), при недостаточном количестве осадков (33,1 мм). Такие условия были неблагоприятны для формирования корнеплодов и развития семенных растений на начальном этапе роста. Июль был жарким и умеренно засушливым. Цветение моркови началось в конце июня при низком количестве осадков (10,5 мм), что осложняло процесс опыления. Август характеризовался жаркой погодой со среднесуточной температурой 22,0 °С и дефицитом осадков (23,6 мм). В сентябре погодные условия были теплыми и сухими, что способствовало уборке корнеплодов и семенных растений.

В 2023 году весна была теплой и умеренно засушливой. Средняя температура воздуха в мае составила 12,8 °С и превышала среднегоголетнее значение (11,7 °С). Количество осадков в мае было ниже нормы. В июне среднесуточная температура воздуха составила 16,8 °С при среднегоголетнем значении 15,4 °С, а количество осадков находилось на уровне среднегоголетних показателей (59,9 мм), что способствовало формированию корнеплодов и развитию семенных растений на начальном этапе роста. Июль был жарким и умеренно засушливым. Цветение моркови началось в конце июня при значительном количестве осадков (44,3 мм), что также затрудняло опыление. В августе среднесуточная температура воздуха составила 19,9 °С, количество осадков – 36,9 миллиметров. В сентябре установилась теплая и сухая погода, благоприятная для уборки.

Погодные условия 2024 года характеризовались повышенными температурами воздуха в период с мая по сентябрь, превышавшими норму на 2,7...7,6 градусов Цельсия. Количество осадков в мае было ниже среднесуточного значения. Для получения дружных всходов применяли дополнительное орошение в виде капельного полива. В июле и августе, в период формирования корнеплодов, наблюдались высокие температуры воздуха и дефицит осадков.

В 2025 году весна была теплой и влажной. Средняя температура воздуха в мае составила 12,8 °С и превышала среднесуточное значение (11,7 °С). В июне среднесуточная температура воздуха составила 16,8 °С при среднесуточном значении 15,4 градуса Цельсия. Избыточное количество осадков в начальный период роста было неблагоприятным для формирования корнеплодов и развития семенных растений. Июль характеризовался теплой и влажной погодой. Цветение моркови началось в конце июня при значительном количестве осадков, что осложняло процесс опыления. В августе среднесуточная температура воздуха составила 19,0 °С, количество осадков – 36,9 миллиметров. В сентябре установилась теплая и сухая погода, благоприятная для уборки корнеплодов и семенных растений.

В целом метеорологические условия 2021–2025 гг. характеризовались чередованием периодов повышенных температур, дефицита и избытка осадков, что создавало стрессовые условия для формирования корнеплодов, цветения и созревания семян моркови столовой.

Исследования проводили в 2021–2025 гг. на экспериментальной базе ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО, расположенной в Московской области, Раменском районе. Исходным материалом служили два сорта моркови столовой: Витаминная 6 и Шантенэ королевская.

Посев семян проводили на аллювиальной луговой среднесуглинистой почве. Опытные поля расположены в Быковском расширении – центральной части поймы реки Москвы. Содержание гумуса в пахот-

ном слое составляло 3,2...3,4 процента. Обеспеченность почвы фосфором по Чирикову была хорошей – 22,0...24,0 мг/100 г почвы, калием по Масловой – низкой – 11,4...16,7 миллиграмм на 100 граммов почвы. рН солевой вытяжки был близок к нейтральному и составлял 6,9. Насыщенность основаниями была высокой – 48...50 миллиграмм-эквивалент на 100 граммов почвы. Удельная масса почвы составляла 2,65...2,70 г/см³, равновесная плотность – 1,10...1,30 грамм на кубический сантиметр. Наименьшая влагоемкость – 27 % на абсолютно сухую почву.

Исследования проводили в условиях богары. Площадь учетной делянки составляла 7 м², повторность опыта – трехкратная. Схема посева – 70 см, норма высева – 1 миллион всхожих семян на гектар. До появления всходов проводили обработку гербицидом «Рейсер» с нормой расхода 2 литра на гектар. В течение вегетационного периода проводили ручные прополки. Минеральные удобрения вносили в дозе N60P90K60. Уборку проводили во второй декаде сентября.

Дополнительно на опытном участке проводили оценку устойчивости растений моркови столовой к патогенам *Alternaria dauci* и *Fusarium oxysporum* путем опрыскивания вегетирующих растений суспензией спор.

Объект исследований

Объектом исследований служили два сорта моркови столовой: Витаминная 6 (st) и Шантенэ королевская (st).

Сорт Витаминная 6 (st) создан во ФГБНУ ФНЦО. Это среднеспелый сорт с продолжительностью вегетационного периода 78...100 дней. Корнеплоды цилиндрической формы, с тупым кончиком, выровненные, ярко-оранжевой окраски, длиной 15...19 см, диаметром 4...5 см, массой 100...170 грамм. Сердцевина небольшая, звездообразной или округлой формы. Мякоть хрустящая, нежная, сочная, с повышенным содержанием сахаров. Сорт характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью к цветущности, хорошей лежкостью и пригоден для свежего потребления и хранения.

Сорт Шантенэ королевская (st) создан

ООО «Агрофирма Поиск» совместно с ФГБНУ ФНЦО. Это среднеспелый сорт сортотипа Шантенэ с продолжительностью вегетационного периода 85...110 дней. Корнеплоды конической формы, короткие, с тупым кончиком, ярко-оранжевой окраски, длиной 15...18 см, массой 110...220 грамм. Сердцевина небольшая. Мякоть сочная, сладкая, с высокими вкусовыми качествами. Сорт характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью к растрескиванию и цветущности, хорошей лежкостью при зимнем хранении.

Учеты интенсивности проявления болезней

Основными показателями учета болезней растений являлись распространенность, степень поражения и интенсивность развития болезни.

Распространенность болезни, или частоту ее встречаемости, определяли в процентах по формуле:

$$P = n / N \times 100,$$

где P – распространенность болезни, %; n – количество пораженных растений; N – общее количество учетных растений.

Развитие болезни рассчитывали по формуле:

$$R = \sum(r \times b) / (n \times c) \times 100,$$

где R – развитие болезни, %; r – число растений с одинаковым баллом поражения; b – соответствующий балл поражения; n – общее число учетных растений; c – высший балл шкалы, по которой проводили оценку поражения.

Интенсивность развития болезни, или средневзвешенный балл поражения, рассчитывали по формуле:

$$M = \sum(a \times b) / N,$$

где M – интенсивность развития болезни, балл; $\sum(a \times b)$ – сумма произведений числа пораженных растений или органов на соответствующий балл поражения; N – общее число учетных растений в образце.

Устойчивость к листовым болезням оценивали в период вегетации, начиная с фазы четырех настоящих листьев, визуальным методом. При уборке урожая учитывали поражение листовых пластинок каждого растения в образце и рассчитывали балл устойчивости у растений первого и второго года жизни по в таблице 1 [17].

чивости у растений первого и второго года жизни по в таблице 1 [17].

Таблица 1– Таблица балльной оценки поражения листовой пластинки при уборке урожая

Table 1 – Scale for scoring leaf blade damage at harvest

Балл	Иммунологическая оценка
0...0,8	практически устойчивые
0,9...1,5	слабовосприимчивые
1,6...2,4	средневосприимчивые
2,5...3,2	восприимчивые
3,3...4,0	сильновосприимчивые

Оценку устойчивости сортообразцов моркови столовой к поражению корнеплодов болезнями во время уборки урожая проводили по пятибалльной шкале с учетом проявления язв и наростов (таблица 2).

Таблица 2 – Шкала оценки устойчивости корнеплодов моркови столовой к поражению болезнями при уборке урожая

Table 2 – Scale for assessing resistance of table carrot roots to disease damage at harvest

Балл	Иммунологическая оценка
0...0,8	поражено менее 20 % поверхности корнеплода; практически устойчивые
1...1,5	поражено 21...40 %; слабовосприимчивые
2...2,5	41...60 %; средневосприимчивые
3...3,5	61...80 %; восприимчивые
4	поражено 81...100 % поверхности корнеплода; сильновосприимчивые

Метод создания почвенного искусственного инфекционного фона

При создании искусственного инфекционного фона использовали методические рекомендации по оценке и отбору селекционного материала на устойчивость к грибным патогенам [17]. Метод создания почвенного провокационного инфекционного фона *Alternaria radicina* и *Fusarium*

оxysporum заключался во внесении в почву чистой культуры патогена, размноженной на зерновом субстрате, в качестве которого использовали овес.

Данный метод характеризуется высокой надежностью, обеспечивает четкое проявление симптомов поражения и позволяет дифференцировать генотипы моркови столовой по устойчивости к патогенам.

Подготовку инокулюма начинали за месяц до посева семян. Инокулюм вносили в почву перед посевом семян моркови непосредственно в рядки, в поверхностный слой почвы на глубину 5...7 см [17]. После внесения инокулюм присыпали небольшим слоем почвы. Затем в подготовленные рядки, поверх внесенного инокулюма, высеивали семена моркови. Расход зернового инокулюма составлял 30...40 г на 1 погонный метр деланки.

Для объективной оценки устойчивости на искусственном инфекционном фоне необходимо высевать восприимчивые и устойчивые контрольные образцы. Контрольные образцы размещали на участке инфекционного фона рандомизированно или равномерно через каждые 5...10 изучаемых образцов.

Метод искусственного заражения вегетирующих растений моркови первого года жизни путем опрыскивания суспензией спор патогенов

Метод искусственного заражения вегетирующих растений позволяет достоверно оценить устойчивость генотипов моркови столовой к грибным патогенам. На провокационном инфекционном фоне целесообразно проводить отбор корнеплодов с толерантных растений для дальнейшего использования в качестве маточников.

Заражение растений проводили на специально выделенном участке. Перед началом работы осуществляли обильный полив растений для повышения влажности почвы и воздуха, что является необходимым условием успешного инфицирования.

Для приготовления суспензии спор в чашку Петри с чистой 20-суточной культу-

рой гриба и хорошо развитым мицелием добавляли 25 мл дистиллированной воды. Затем стерильным шпателем Дригальского аккуратно проводили смыв спор с поверхности культуры. Полученную суспензию процеживали через четыре слоя марли в лабораторный стакан и встряхивали в течение 10 минут. Концентрацию спор определяли с использованием камеры Горяева.

Рабочую суспензию готовили из расчета на литровой пульверизатор. Концентрация спор составляла 1×10^5 спор/мл для *Alternaria* и 1×10^7 спор/мл для *Fusarium*.

Опрыскивание растений суспензией спор проводили вручную с использованием пульверизатора. После обработки образцы плотно накрывали полиэтиленовой пленкой, закрепленной на заранее подготовленном каркасе по всему периметру искусственного инфекционного фона. Это обеспечивало условия, благоприятные для развития инфекции: относительную влажность воздуха 85...90 % и температуру 20...25 градусов Цельсия.

Образцы выдерживали под укрывным материалом в течение 15 суток. Оценку поражения растений проводили на следующие сутки после снятия укрывного материала.

В опытах по искусственному заражению использовали следующие параметры инфекционной нагрузки: для *A. dauci* – 8×10^5 конидий/мл, температура 20 °С, влажность воздуха 85 %; для *F. oxysporum* – 8×10^5 конидий/мл, температура 25 °С, влажность воздуха 90 процентов.

В исследованиях, направленных на сортоулучшающую селекцию методом семейственного отбора, изучали хорошо известные отечественные сорта моркови столовой: Витаминная 6 и Шантенэ королевская. На их основе проводили выделение семей, различающихся по комплексу хозяйственно ценных признаков, включая устойчивость к болезням, урожайность и качество корнеплодов.

Результаты исследований

За 2021–2025 гг. изучены толерантность к комплексу листовых болезней и феноти-

пическое разнообразие двенадцати популяций моркови столовой, полученных в результате семейственного отбора, по качественным и количественным признакам. Согласно данным предыдущих исследований, данные признаки являются информативными для выявления перспективных генотипов моркови [4].

В ходе исследований по оценке устой-

чивости к комплексу листовых болезней с использованием лабораторных методов выявлены две семьи – ВС–1 и ВС–4, характеризующиеся как слабовосприимчивые (таблица 3). Данные семьи были выделены из популяции сорта Витаминная 6. Исходный сорт Витаминная 6 характеризовался как средневосприимчивый.

Таблица 3 – Оценка образцов моркови столовой лабораторными методами на устойчивость к комплексу листовых болезней (альтернариоз и фузариоз)

Table 3 – Evaluation of table carrot samples by laboratory methods for resistance to a complex of leaf diseases (Alternaria leaf blight and fusarium disease)

Название образца	Поражение листовой пластинки, балл					
	Лабораторные условия					
	Диски, сегментация корнеплода		Отделенная листовая пластинка (кювета)		Веgetационный опыт растения второго года жизни (семенники)	
	2021 г.	2023 г.	2021 г	2023 г	2022 г	2024 г
Витаминная 6 (st)	2,6	1,9	2,1	2	1,5	1,7
ВС-1	0,5	1,2	1,3	1	1,2	1,2
ВС-2	2,4	0,5	2,5	1,5	1,5	1,4
ВС-3	1,6	2,1	2,4	2,4	2	1,9
ВС-4	1	1,4	1,5	1,1	1	1
ВС-5	2,6	2,5	2,2	2,1	2	2,1
ВС-6	2,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,7
Шантенэ королевская (st)	3,1	1	1,5	2,5	2,5	2,3
ШС-1	2,8	2	2,7	2	1,5	1,6
ШС-2	2,5	0,5	2,2	2,1	2,5	2,7
ШС-3	2,4	0,5	2,5	2,1	1,5	1,7
ШС-4	2	0,5	1,7	1,3	1,3	1,2
ШС-5	3	1	1,5	1,5	2	1,5
ШС-6	1,5	1,3	1,7	1,5	1,5	1,5

Сорт Шантенэ королевская в проведенных исследованиях характеризовался как восприимчивый к комплексу листовых болезней. При семейственном отборе из его популяции также были выделены две семьи – ШС–4 и ШС–6, отнесенные к группе слабовосприимчивых.

На рисунке представлен балл поражения изучаемых образцов на искусственном инфекционном фоне при принудительном

заражении путем опрыскивания листовых пластинок суспензией спор, а также в естественных условиях богары.

В результате оценки устойчивости образцов моркови столовой в естественных условиях и на искусственном инфекционном фоне выделены образцы ВС–1, ВС–4, ШС–4 и ШС–6, отнесенные к группе слабовосприимчивых (рисунок).

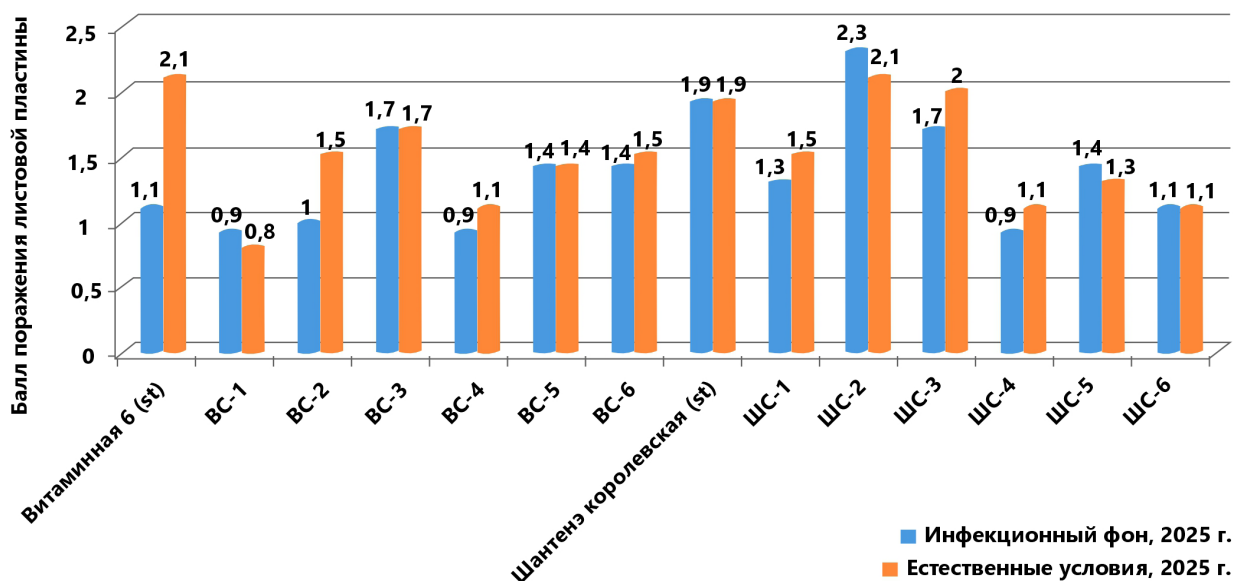


Рисунок – Балл поражения листовой пластинки образцов моркови столовой в естественных условиях и на искусственном инфекционном фоне, 2025 г.

Figure – Leaf blade damage score of table carrot samples under natural conditions and artificial infectious background, 2025

Предлагаемый комплексный подход к оценке устойчивости моркови столовой к комплексу листовых болезней позволяет повысить эффективность сортоулучшающей селекции и сократить продолжительность селекционного процесса за счет ежегодного отбора устойчивых генотипов с последующим воспроизводством перспективных образцов.

Большинство изученных признаков, в частности масса и диаметр корнеплода, имеют важное хозяйственное значение (таблица 4). Следовательно, выявленные признаки могут быть использованы в селекционной работе при создании высокопродуктивных сортов моркови столовой.

Таким образом, проведенное исследование показало, что среди генотипов мор-

кови столовой, полученных методом семейственного отбора, наблюдается выраженная фенотипическая изменчивость по комплексу хозяйственно ценных признаков.

В таблице 4 представлены фенотипические показатели сортов Витаминная 6 и Шантенэ королевская, а также семей, выделенных на их основе.

При семейственном отборе на сорте Витаминная 6, относящемся к сорто типу Берликум/Нантская, было выделено шесть семей. Основной задачей отбора являлось выделение форм с длинным, выровненным корнеплодом и средним диаметром. По совокупности качественных и количественных показателей наиболее перспективными по сравнению с исходным сортом Витаминная 6 оказались семьи ВС–1 и ВС–4.

Таблица 4 – Фенотипические показатели при семейственном отборе моркови столовой в 2021–2025 гг.
Table 4 – Phenotypic traits in family selection of table carrot in 2021–2025

Название образца	Длина корнеплода, см	Диаметр головки корнеплода, см	Диаметр середины корнеплода, см	Диаметр кончика корнеплода, см	Длина листовая розетки, см	Количество листьев, шт	Масса 10 корнеплодов с ботвой, кг	Масса 10 корнеплодов без ботвы, кг
Витаминная 6 (st)	15,1	5,1	3,9	2,5	70,0	8,6	2,47	1,935
BC-1	19,1	4,3	3,4	2,3	64,0	9,8	2,22	1,765
BC-2	15,7	5,3	4,2	2,3	64,7	8,3	1,83	1,485
BC-3	15,7	4,1	3,2	2,6	69,2	8,1	1,88	1,485
BC-4	18,0	4,3	3,4	2,2	58,2	7,2	2,59	2,23
BC-5	14,2	3,2	2,7	1,5	50,3	6,5	1,295	1,16
BC-6	13,3	3,7	3,2	2,2	31,9	7,5	1,89	1,75
Шантенэ королевская (st)	15,0	4,7	3,5	2,1	65,2	8,1	2,005	1,605
ШС-1	13,5	4,4	3,5	2,1	60,4	6,8	1,865	1,52
ШС-2	17,5	5,2	4,0	2,5	66,9	10,7	2,45	1,670
ШС-3	14,8	4,8	3,7	1,9	58,8	7,9	1,895	1,645
ШС-4	12,3	4,8	3,8	2,4	59,7	9,4	2,94	2,435
ШС-5	11,9	5,3	4,3	2,6	58,3	9,8	2,21	1,805
ШС-6	11,6	4,9	3,6	2,1	57,7	9,3	2,19	1,775

Наибольшая длина корнеплода отмечена у образцов BC-1 и BC-4 – 19,1 и 18,0 см соответственно, тогда как у исходного сорта Витаминная 6 данный показатель составлял 15,1 сантиметров. Семья BC-4 также характеризовалась наибольшей массой 10 корнеплодов без ботвы – 2,23 кг, что на 15,2 % превышало показатель исходного сорта Ви-

таминная 6 (1,935 кг). У образца BC-1 масса 10 корнеплодов без ботвы составила 1,765 кг, однако он выделялся максимальной длиной корнеплода и выровненностью по основным морфологическим признакам.

По сортоотбору Шантенэ семейственный отбор проводили на сорте Шантенэ королевская. Основной задачей отбора являлось

выделение семей с корнеплодами длиной не более 14 см и большим диаметром по сравнению с исходным сортом. В результате были выделены две перспективные семьи – ШС–4 и ШС–6, длина корнеплода которых составила 12,3 и 11,6 см соответственно. Данные образцы характеризовались большим диаметром корнеплода по сравнению с исходным сортом Шантенэ королевская.

Увеличение диаметра корнеплода положительно отражалось на массе 10 корнеплодов без ботвы. У семьи ШС–4 данный показатель составил 2,435 кг, у ШС–6 – 1,775 кг, тогда как у исходного сорта Шантенэ королевская – 1,605 килограмм.

Выводы

В результате исследований по сортоулучшающей селекции моркови столовой методом семейственного отбора выделены четыре перспективные семьи – ВС–1, ВС–4, ШС–4 и ШС–6, характеризующиеся улучшенными показателями по комплексу хозяйственно ценных признаков.

По результатам лабораторной и полевой оценки устойчивости к комплексу листовых болезней образцы ВС–1, ВС–4, ШС–4 и ШС–6 отнесены к группе слабовосприимчивых. Исходный сорт Витаминная 6 характеризовался как средневосприимчивый, сорт Шантенэ королевская – как восприимчивый.

При семейственном отборе на сорте Витаминная 6, относящемся к сорто типу Берликум/Нантская, выделены шесть семей. Наиболее перспективными по фенотипическим показателям признаны ВС–1 и ВС–4. У образцов ВС–1 и ВС–4 длина корнеплода составила 19,1 и 18,0 см соответственно, тогда как у исходного сорта Витаминная 6 – 15,1 сантиметра. Семья ВС–4 также характеризовалась наибольшей массой 10 корнеплодов без ботвы – 2,23 кг, что превышало показатель исходного сорта Витаминная 6 (1,935 кг).

При семейственном отборе на сорте Шантенэ королевская, относящемся к сорто типу Шантенэ, выделены две перспективные семьи – ШС–4 и ШС–6. Длина корнеплода у данных образцов составила 12,3 и 11,6 см соответственно. Образцы характеризовались большим диаметром корнеплода по сравнению с исходным сортом, что положительно отражалось на массе 10 корнеплодов без ботвы. У семьи ШС–4 данный показатель составил 2,435 кг, у ШС–6 – 1,775 кг, тогда как у исходного сорта Шантенэ королевская – 1,605 килограмм.

Выделенные семьи ВС–1, ВС–4, ШС–4 и ШС–6 представляют интерес для дальнейшей селекционной работы как исходный материал для повышения урожайности, качества корнеплодов и устойчивости моркови столовой к болезням.

Список источников

1. Alessandro M. S., Galmarini C. R., Iorizzo M., Simon P. W. Molecular mapping of vernalization requirement and fertility restoration genes in carrot // *Theoretical and Applied Genetics*. 2013. Vol. 126. № 2. P. 415–423. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-1989-1>
2. АБ-Центр: сайт. URL: <http://www.ab-centre.ru> (дата обращения: 26.05.2026).
3. Корнев А. В., Леунов В. И., Ховрин А. Н., Цимбалаев С. Р. Сравнительная характеристика сортов столовой моркови по содержанию каротиноидов и антоцианов // *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2014. № 9. С. 48–50.
4. Корнев А. В., Леунов В. И., Ховрин А. Н. Изменчивость отдельных признаков моркови столовой разнообразной окраски корнеплода // *Овощи России*. 2017. № 4(37). С. 41–45.
5. Sun M. S., Mihyang K., Song J. B. Cytotoxicity and quinine reductase induced effects of *Daucus carota* leaf extracts on human cancer cells // *Korean Journal of Food Science*. 2001. Vol. 30. P. 86–91.
6. Suman M., Krishna Kumari K. A study on sensory evaluation, β -carotene retention and shelf-life of dehydrated carrot products // *Journal of Food Science and Technology*. 2002. Vol. 39. P. 677–681.
7. Stoll T., Schieber A., Carle R. Carrot pomace – an underestimated by-product // *Biologically-Active Phytochemicals in Food: Analysis, Metabolism, Bioavailability and Function: Proceedings of the EuroFoodChem XI Meeting, Norwich, UK, 26–28 September 2001*. London: Royal Society of Chemistry, 2001. P. 525–527.

8. Tabussam N., Rana R. M., Wattoo F. M., Khan A. I., Amir R. M., Javed T., Ahmar S., Dessoky E. S., Abdelsalam N. R. Single nucleotide polymorphism based assessment of genetic diversity in local and exotic onion genotypes // *Molecular Biology Reports*. 2022. Vol. 49. P. 5511–5520.
9. Abdelsalam N. R., Hasan M. E., Javed T., Rabie S. M. A., El-Wakeel H. E.-D. M. F., Zaitoun A. F., Abdelsalam A. Z., Aly H. M., Ghareeb R. Y., Hemeida A. A. Endorsement and phylogenetic analysis of some Fabaceae plants based on DNA barcoding // *Molecular Biology Reports*. 2022. Vol. 49. P. 5645–5657.
10. Javed T., Zhou J. R., Li J., Hu Z. T., Wang Q. N., Gao S. J. Identification and expression profiling of WRKY family genes in sugarcane in response to bacterial pathogen infection and nitrogen implantation dosage // *Frontiers in Plant Science*. 2022. Vol. 13. Article 917953.
11. Shabbir R., Javed T., Hussain S., Ahmar S., Naz M., Zafar H., Pandey S., Chauhan J., Siddiqui M. H., Pinghua C. Calcium homeostasis and potential roles to combat environmental stresses in plants // *South African Journal of Botany*. 2022. Vol. 148. P. 683–693.
12. Abbas A., Shah A. N., Shah A. A., Nadeem M. A., Alsaleh A., Javed T., Abdelsalam N. R. Genome-wide analysis of invertase gene family, and expression profiling under abiotic stress conditions in potato // *Biology*. 2022. Vol. 11. Article 539.
13. Корнев А. В., Соколова Л. М., Терешонкова Т. А., Леунов В. И., Ховрин А. Н. Иммуитет моркови зависит от окраски корнеплода // *Картофель и овощи*. 2015. № 2. С. 37–39.
14. Mata-Nicolás E., Montero-Pau J., Gimeno-Paez E., García-Pérez A., Ziarolo P., Blanca J., Cañizares J. Discovery of a major QTL controlling trichome IV density in tomato using K-seq genotyping // *Genes*. 2021. Vol. 12. Article 243.
15. Chaitra K. C., Sarvamangala C., Manikanta D. S., Chaitra P. A., Fakrudin B. Insights into genetic diversity and population structure of Indian carrot (*Daucus carota* L.) accessions // *Journal of Applied Genetics*. 2020. Vol. 61. P. 303–312.
16. Singh S. R., Ahmed N., Srivastva K. K., Singh D. B., Singh A., Yousuf S. Genetic diversity assessment in European carrot genotypes // *Indian Journal of Horticulture*. 2017. Vol. 74. P. 56–61.
17. Соколова Л. М. Система комплексного применения селекционно-иммунологических методов для создания сортов и гибридов моркови столовой с групповой устойчивостью к *Alternaria* sp. и *Fusarium* sp.: методические рекомендации. Москва, 2022. 56 с.

References

1. Alessandro MS, Galmarini CR, Iorizzo M, Simon PW. Molecular mapping of vernalization requirement and fertility restoration genes in carrot. *Theoretical and Applied Genetics*. 2013;126(2):415–423. <https://doi.org/10.1007/s00122-012-1989-1>
2. AB-Centre: website [AB-Tsentr: sait]. URL: <http://www.ab-centre.ru> (26.05.2026). (In Russ.).
3. Kornev AV, Leunov VI, Khovrin AN, Tsimbalaev SR. Comparative characteristics of table carrot cultivars by carotenoid and anthocyanin content [Sravnitelnaya kharakteristika sortov stolovoi morkovi po sodержaniyu karotinoidov i antotsianov]. *Khranenie i pererabotka selkhozsyrya*. 2014;(9):48–50. (In Russ.).
4. Kornev AV, Leunov VI, Khovrin AN. Variability of individual traits of table carrot with different root colors [Izmenchivost otdelnykh priznakov morkovi stolovoi raznoobraznoi okraski korneploda]. *Ovoshchi Rossii*. 2017;4(37):41–45. (In Russ.).
5. Sun MS, Mihyang K., Song JB. Cytotoxicity and quinine reductase induced effects of *Daucus* carrot leaf extracts on human cancer cells. *Korean Journal of Food Science*. 2001;30:86–91.
6. Suman M, Krishna Kumari K. A study on sensory evaluation, β -carotene retention and shelf-life of dehydrated carrot products. *Journal of Food Science and Technology*. 2002;39:677–681.
7. Stoll T, Schieber A, Carle R. Carrot pomace – an underestimated by-product. In: *Biologically-Active Phytochemicals in Food: Analysis, Metabolism, Bioavailability and Function: Proceedings of the EuroFoodChem XI Meeting, Norwich, UK, 26–28 September 2001*. London : Royal Society of Chemistry; 2001; 525–527.
8. Tabussam N, Rana RM, Wattoo FM, Khan AI, Amir RM, Javed T, Ahmar S, Dessoky ES, Abdelsalam NR. Single nucleotide polymorphism based assessment of genetic diversity in local and exotic onion genotypes. *Molecular Biology Reports*. 2022;49:5511–5520.
9. Abdelsalam NR, Hasan ME, Javed T, Rabie SMA, El-Wakeel HE-DMF, Zaitoun AF, Abdelsalam AZ, Aly HM, Ghareeb RY, Hemeida AA. Endorsement and phylogenetic analysis of some Fabaceae plants based on DNA barcoding. *Molecular Biology Reports*. 2022;49:5645–5657.

10. Javed T, Zhou J.R, Li J, Hu Z. T., Wang Q. N., Gao S. J. Identification and expression profiling of WRKY family genes in sugarcane in response to bacterial pathogen infection and nitrogen implantation dosage. *Frontiers in Plant Science*. 2022;13:917953.
11. Shabbir R, Javed T, Hussain S, Ahmar S, Naz M, Zafar H, Pandey S, Chauhan J, Siddiqui MH, Pinghua C. Calcium homeostasis and potential roles to combat environmental stresses in plants. *South African Journal of Botany*. 2022;148:683–693.
12. Abbas A, Shah AN, Shah AA, Nadeem MA, Alsaleh A, Javed T, Abdelsalam NR. Genome-wide analysis of invertase gene family, and expression profiling under abiotic stress conditions in potato. *Biology*. 2022;11:539.
13. Kornev AV, Sokolova LM, Tereshonkova TA, Leunov VI, Khovrin AN. Carrot immunity depends on root color [Immunitet morkovi zavisit ot okraski korneploda]. *Kartofel i ovoshchi*. 2015;(2):37–39. (In Russ.).
14. Mata-Nicolás E, Montero-Pau J, Gimeno-Paez E, García-Pérez A, Ziarsolo P, Blanca J, Cañizares J. Discovery of a major QTL controlling trichome IV density in tomato using K-seq genotyping. *Genes*. 2021;12:243.
15. Chaitra KC, Sarvamangala C, Manikanta DS, Chaitra PA, Fakrudin B. Insights into genetic diversity and population structure of Indian carrot (*Daucus carota* L.) accessions. *Journal of Applied Genetics*. 2020;61:303–312.
16. Singh SR, Ahmed N, Srivastva KK, Singh DB, Singh A, Yousuf S. Genetic diversity assessment in European carrot genotypes. *Indian Journal of Horticulture*. 2017;74:56–61.
17. Sokolova LM. [Sistema kompleksnogo primeneniya selektsionno-immunologicheskikh metodov dlya sozdaniya sortov i gibridov morkovi stolovoi s gruppovoi ustoichivostyu k *Alternaria* sp. i *Fusarium* sp.: metodicheskie rekomendatsii]. Moscow : 2022. 56 p. (In Russ.).

Информация об авторах

Л. М. Соколова – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник сектора селекции и семеноводства корнеплодных культур;
А. В. Корнев – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник сектора селекции и семеноводства корнеплодных культур.

**Статья поступила в редакцию 01.06.2026;
одобрена после рецензирования 04.06.2026;
принята к публикации 18.06.2026**

Information about the authors

L. M. Sokolova – Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Sector of Root Crop Breeding and Seed Production;
A. V. Kornev – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Sector of Root Crop Breeding and Seed Production.

**The article was submitted 01.06.2026;
approved after reviewing 04.06.2026;
accepted for publication 18.06.2026**

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

Научная статья

УДК 631.4:631.81:633.18(510)

EDN: MPXOUD

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-44-51>

ПОТЕНЦИАЛ НИТРИФИКАЦИИ И СВЯЗЫВАНИЯ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ РАЗНОГО СРОКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ПОСЛЕ ПЕРЕХОДА ОТ БОГАРНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ К ЗАЛИВНЫМ РИСОВЫМ ПОЛЯМ

Чжан Чжо¹, Цзян Юй¹, Ми Ган¹, Ли Синьюй¹, Ли Сяофэн²

¹Хэйхэский филиал Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян, г. Хэйхэ, Китай

²Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск, Россия

Аннотация. Нитрификация является одним из ключевых процессов трансформации азота в почве и оказывает влияние на эффективность использования азотных удобрений, миграцию нитратного азота и формирование потоков парниковых газов. При преобразовании засушливых земель в заливные рисовые поля изменяются кислородный режим, влажность, содержание минеральных форм азота и активность нитрифицирующих микроорганизмов, однако вклад аммонийоокисляющих микроорганизмов в нитрификацию и образование органического углерода почвы остается недостаточно изученным. Цель исследования – оценить потенциал нитрификации и связывания углерода в почвах разного срока использования после перехода от богарного земледелия к заливным рисовым полям, а также определить роль аммонийоокисляющих микроорганизмов в данных процессах. Задачи исследования включали отбор почв с различной продолжительностью периода после преобразования, проведение лабораторного микробиологического эксперимента с использованием стабильного изотопа ¹³C, определение содержания аммонийного и нитратного азота, оценку численности генов amoA у аммонийоокисляющих архей и бактерий методом количественной ПЦР и расчет чистого образования ¹³C-SOC. Исследование проведено на образцах почв, отобранных в 2022 г. в районе рисовых полей Цзяньсаньцзян провинции Хэйлунцзян. Установлено, что после 28 суток микробиологического культивирования содержание аммонийного азота во всех вариантах снизилось, а содержание нитратного азота увеличилось. Наиболее выраженное снижение аммонийного азота отмечено в варианте 8PS: с 211 до 5,16 мг N кг⁻¹, а наибольшее накопление нитратного азота – в вариантах 30PS и 8PS: до 83,6 и 78,2 мг N кг⁻¹ соответственно. Численность AOB в варианте 8PS увеличилась со 190 до 2,51 × 10⁴ копий гена amoA г⁻¹ сухой массы почвы, что свидетельствует об их участии в усилении нитрификационной активности. Чистое образование ¹³C-SOC в вариантах US, 3PS, 8PS, 15PS, 20PS и 30PS составило 34,4; 31,8; 32,0; 33,9; 27,0 и 34,1 мкг ¹³C г⁻¹ почвы соответственно. Полученные данные подтверждают, что нитрифицирующие микроорганизмы участвуют не только в трансформации азота, но и в фиксации углерода в составе органического вещества почвы.

Ключевые слова: нитрификация, рисовые поля, богарные земли, аммонийоокисляющие микроорганизмы, отслеживание ¹³C, аммонийный азот, нитратный азот, углерод почвы.

Для цитирования: Чжан Чжо, Цзян Юй, Ми Ган, Ли Синьюй, Ли Сяофэн. Потенциал нитрификации и связывания углерода в почвах разного срока использования после перехода от богарного земледелия к заливным рисовым полям // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 44–51. EDN: © Чжан Чжо, Цзян Юй, Ми Ган, Ли Синьюй, Ли Сяофэн, 2026

Original article**NITRIFICATION AND CARBON SEQUESTRATION POTENTIAL IN SOILS AT DIFFERENT PERIODS AFTER CONVERSION OF DRYLANDS INTO FLOODED RICE FIELDS****Zhang Zhuo¹, Jiang Yu¹, Mi Gang¹, Li Xinyu¹, Li Xiaofeng²**¹ Heihe Branch of the Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, China² Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

Abstract. Nitrification is one of the key processes of nitrogen transformation in soil and affects the efficiency of nitrogen fertilizer use, the migration of nitrate nitrogen, and the formation of greenhouse gas fluxes. When arid lands are converted into flooded rice paddies, the oxygen regime, moisture content, concentrations of mineral nitrogen forms, and activity of nitrifying microorganisms change. However, the contribution of ammonia-oxidizing microorganisms to nitrification and soil organic carbon formation remains insufficiently studied. The aim of this study was to assess the potential for nitrification and carbon sequestration in soils with different durations of use after conversion from rainfed agriculture to flooded rice paddies, as well as to determine the role of ammonia-oxidizing microorganisms in these processes. The objectives of the study included collecting soils with different periods since conversion, conducting a laboratory microcosm experiment using the stable isotope ¹³C, determining the contents of ammonium and nitrate nitrogen, assessing the abundance of amoA genes in ammonia-oxidizing archaea and bacteria using quantitative PCR, and calculating net ¹³C-SOC formation. The study was conducted on soil samples collected in 2022 in the Jiansanjiang rice paddy area of Heilongjiang Province. After 28 days of microcosm incubation, ammonium nitrogen content decreased in all treatments, while nitrate nitrogen content increased. The most pronounced decrease in ammonium nitrogen was observed in the 8PS treatment, from 211 to 5.16 mg N kg⁻¹, while the greatest accumulation of nitrate nitrogen was recorded in the 30PS and 8PS treatments, reaching 83.6 and 78.2 mg N kg⁻¹, respectively. The abundance of AOB in the 8PS treatment increased from 190 to 2.51 × 10⁴ copies of the amoA gene g⁻¹ dry soil, indicating their involvement in enhanced nitrification activity. Net ¹³C-SOC formation in the US, 3PS, 8PS, 15PS, 20PS, and 30PS treatments was 34.4, 31.8, 32.0, 33.9, 27.0, and 34.1 μg ¹³C g⁻¹ soil, respectively. The obtained data confirm that nitrifying microorganisms participate not only in nitrogen transformation but also in carbon fixation within soil organic matter.

Keywords: nitrification, rice paddies, rainfed lands, ammonia-oxidizing microorganisms, ¹³C tracing, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, soil carbon.

For citation: Zhang Zhuo, Jiang Yu, Mi Gang, Li Xinyu, Li Xiaofeng. Nitrification and carbon sequestration potential in soils at different periods after conversion of drylands into flooded rice fields [Potentsial nitrifikatsii i svyazyvaniya ugleroda v pochvakh raznogo sroka posle preobrazovaniya zasushlivykh zemel v zalivnye risovye polya]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4:2:44-51 (in Russ.). EDN: MPXOUD. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-44-51>

Введение

Нитрификация является ключевым этапом круговорота азота в почве, в ходе которого восстановленные формы азота последовательно трансформируются в нитритный и нитратный азот. В агроэко-

мах этот процесс определяет доступность минерального азота для растений, влияет на потери азотных удобрений, вымывание нитратов и формирование потоков парниковых газов [1, 2].

К основным группам нитрифицирующих микроорганизмов относятся аммоний-окисляющие археи (АОА), аммонийокисляющие бактерии (АОБ), бактерии полного окисления аммония *Comattox* и нитрито-кисляющие бактерии (НОВ). Их соотношение и функциональная активность зависят от pH, содержания кислорода, доступности субстрата, влажности почвы и режима землепользования [3–6].

Переход от богарного земледелия к заливному рисовым полям существенно изменяет почвенную среду. При длительном затоплении снижается содержание растворенного кислорода, изменяются окислительно-восстановительные условия, режим минерального питания и структура микробного сообщества. Эти изменения могут определять смену доминирующих групп нитрифицирующих микроорганизмов и влиять на интенсивность нитрификации [7, 8].

Для черноземных почв Северо-Восточного Китая, вовлеченных в рисосеяние, особенно актуальна оценка динамики аммонийного и нитратного азота, численности аммонийокисляющих микроорганизмов и накопления органического углерода после переход от богарного земледелия к культивированию риса на полях. Установление этих закономерностей необходимо для уточнения роли нитрификации в трансформации азота и связывания углерода в агроэкосистемах заливного рисового посева.

Цель исследования – оценить потенциал нитрификации и связывания углерода в почвах разного срока использования после перехода от богарного земледелия к возделыванию риса на заливных полях.

Задачи исследования: определить изменения содержания аммонийного и нитратного азота в почвах до и после культивирования; оценить численность аммонийокисляющих архей и бактерий по гену *amoA*; рассчитать чистое образование ^{13}C -SOC; выявить связь между активностью нитрификации, численностью аммонийокисляющих микроорганизмов и накоплением органического углерода почвы.

Материалы и методы

Почвенные образцы

Исследование выполнено в 2022–2023 гг. на базе Хэйхэского филиала Академии сельскохозяйственных наук провинции Хэйлунцзян.

Почвенные образцы были отобраны в конце октября 2022 г. после уборки риса в районе рисоводства Цзяньсаньцзян ($131^{\circ}14' \dots 133^{\circ}08'$ в.д., $45^{\circ}01' \dots 45^{\circ}55'$ с.ш.), расположенном в городском округе Цзиси провинции Хэйлунцзян (КНР), в пределах второй агроэкологической зоны равнины Саньцзян.

Район исследования характеризуется умеренно-континентальным муссонным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет $3,5 \dots 3,8$ °С, сумма активных температур – около 2500 °С, продолжительность солнечного сияния – 2400...2500 ч в год, годовое количество осадков – 510...600 мм, продолжительность безморозного периода – 110...135 дней. Почвы исследуемой территории относятся к черноземному типу.

Для проведения эксперимента были отобраны образцы почвы с длительно используемой богарной пашни под сою (US), длительно заболоченного участка (WS), а также с участков, неорошаемых земель перешедших в рисовые поля 3, 8, 15, 20 и 30 лет назад (3PS, 8PS, 15PS, 20PS и 30PS соответственно). Отбор почвы проводили из слоя 0...20 сантиметров.

Свежие почвенные образцы разделяли на три части. Первую часть (20 г) хранили при температуре -80 °С для последующего микробиологического анализа. Вторую часть (500 г) очищали от растительных остатков и каменистых включений, просеивали через сито с диаметром ячеек 2 мм и хранили при температуре 4 °С до проведения лабораторного культивирования. Третью часть высушивали на воздухе, просеивали и использовали для определения агрохимических свойств почвы.

Характеристика исследуемых вариантов представлена в таблице 1.

Микрокосмовый эксперимент с исполь-

Таблица 1 – Варианты почвенных образцов, использованных в исследовании
Table 1 – Characteristics of soil samples used in the study

Обозначение	Место отбора образца
US - контроль	Богарная почва длительно используемая под сою
WS	Почва длительно заболоченного участка
3PS	Богарная почва через 3 года перешедшая в рисовое поле
8PS	Богарная почва через 8 лет перешедшая в рисовое поле
15PS	Богарная почва через 15 лет перешедшая в рисовое поле
20PS	Богарная почва через 20 лет перешедшая в рисовое поле
30PS	Богарная почва через 30 лет перешедшая в рисовое поле

зованием стабильного изотопа ^{13}C .

В микрокосмовом эксперименте использовали свежие почвенные образцы массой, эквивалентной 6 г абсолютно сухой почвы. Образцы помещали в стерильные стеклянные флаконы о бъемом 120 миллилитров. Влажность почвы доводили до 40 % полной влагоемкости (WHC), после чего флаконы герметизировали бутилкаучуковыми пробками и предварительно инкубировали в темноте при температуре 28 °C в течение 10 суток.

Основной эксперимент включал два варианта газовой среды: 5 % $^{13}\text{CO}_2$ и 5 % $^{12}\text{CO}_2$. Вариант с $^{12}\text{CO}_2$ использовали в качестве изотопного контроля. Каждый вариант закладывали в трехкратной повторности. Один раз в неделю в почву вносили мочевины из расчета 50 мг N кг⁻¹ почвы; суммарная доза азота за весь период культивирования составляла 200 мг N кг⁻¹ почвы.

Перед очередным внесением источников азота и углерода флаконы открывали и продували газовой смесью, содержащей 20 % O₂ и 80 % N₂, в течение 2 мин для восстановления аэробных условий. В течение всего периода инкубации влажность поддерживали на уровне 60 % полной влагоемкости (WHC). Культивирование проводили в темноте при температуре 28 °C в течение 28 суток.

После завершения инкубации из каждого флакона отбирали по 1 г почвы для выделения ДНК и хранили образцы при температуре –20 градусов Цельсия. Еще 1 г почвы лиофилизировали и использовали

для определения содержания органического углерода и атомной доли изотопа углерода ^{13}C в образце. Из оставшейся части почвы минеральный азот экстрагировали 2 моль л⁻¹ раствором KCl при соотношении почвы и экстрагента 1:5.

Определение ^{13}C -SOC и количественная ПЦР

Для оценки включения меченого углерода в органическое вещество почвы лиофилизированные образцы просеивали через сито с диаметром ячеек 2 миллиметра. Атомную долю ^{13}C определяли методом масс-спектрометрии изотопных соотношений, а содержание органического углерода почвы (SOC) – с использованием элементного анализатора. Чистое образование ^{13}C -SOC рассчитывали по формуле [9, 10]:

$$^{13}\text{C}\text{-SOC} = \text{SOC} \times ({}^{13}\text{C}_{\text{атом}}, \% - 1,08) / 100,$$

где ^{13}C -SOC – количество вновь образованного органического углерода почвы, меченого стабильным изотопом ^{13}C ; SOC – содержание органического углерода почвы; ^{13}C атом, % – атомная доля ^{13}C в исследуемом образце; 1,08 % – естественная атомная доля ^{13}C .

Общую ДНК выделяли из 0,5 г свежей почвы с использованием набора FastDNA® Spin Kit for Soil в соответствии с инструкцией производителя. Полученные препараты ДНК хранили при температуре –80 градусов Цельсия.

Количественную полимеразную цепную реакцию в реальном времени (qPCR) проводили на амплификаторе ABI QuantStudio Q5 с использованием реакционной смеси

2×T5 Fast qPCR Mix (SYBR Green I). Общий объем реакционной смеси составлял 20 мкл и включал 10 мкл смеси 2×T5 Fast qPCR Mix, по 1 мкл прямого и обратного праймеров, 1 мкл ДНК-матрицы и 7 мкл стерильной де-ионизированной воды.

Стандартные кривые строили на основе последовательных десятикратных разведений плазмидных стандартов в диапазоне 10^6 – 10^8 копий гена.

Статистическая обработка

Статистическую обработку данных проводили с использованием программ IBM SPSS Statistics 22 и Origin 2021. Результаты представлены в виде среднего значения ± стандартное отклонение ($n = 3$). Для оценки достоверности различий использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Множественное сравнение сред-

них проводили по критерию Дункана при уровне значимости $P < 0,05$. Различия считали статистически значимыми при $F_f > F_{05}$.

Результаты и обсуждение

Изменение содержания минеральных форм азота

После 28 суток культивирования при еженедельном внесении мочевины и CO_2 во всех вариантах отмечено снижение содержания аммонийного азота и увеличение содержания нитратного азота (рисунок 1). Наиболее выраженное снижение аммонийного азота установлено в варианте 8PS: с 211 до 5,16 мг N kg^{-1} , что свидетельствует о снижении содержания аммонийного азота в 40,8 раза. В вариантах WS, US, 3PS, 15PS, 20PS и 30PS содержание аммонийного азота снизилось соответственно в 5,02; 3,85; 1,47; 1,29; 1,35 и 1,36 раза.

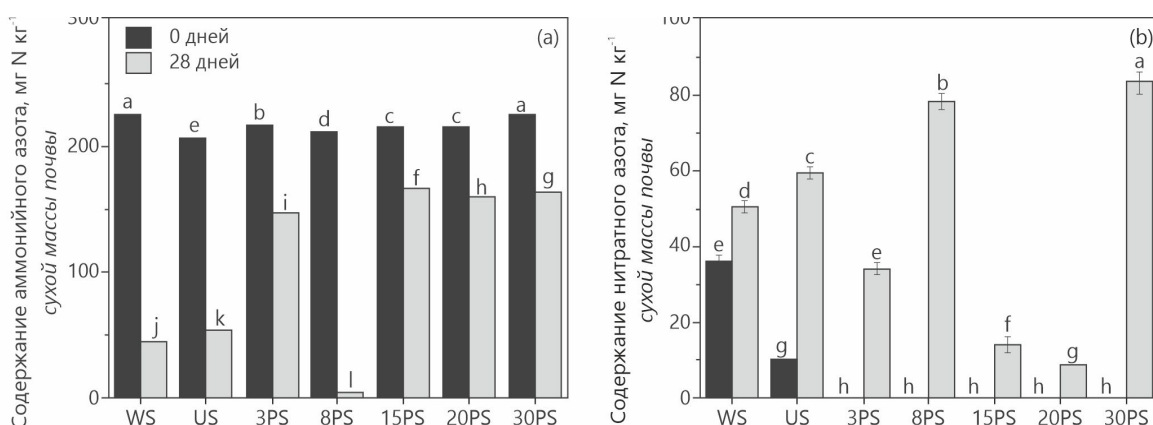


Рисунок 1 – Содержание минеральных форм азота в почве до и после культивирования
Figure 1 – Contents of mineral nitrogen forms in soil before and after incubation

Примечание: столбики отражают средние значения, вертикальные линии – стандартное отклонение ($n = 3$); различные буквы над столбцами указывают на статистически значимые различия между вариантами при $P < 0,05$ по критерию Дункана ($F_f > F_{05}$).

Содержание аммонийного азота, мг N kg^{-1}

Наибольшее накопление нитратного азота зафиксировано в вариантах 30PS и 8PS: его содержание увеличилось с 0,191 и 0,097 мг N kg^{-1} до 83,6 и 78,2 мг N kg^{-1} соответственно. Таким образом, концентрация нитратного азота возросла в 437 и 803 раза, что свидетельствует об интенсивном протекании процессов нитрификации.

Численность аммонийокисляющих микроорганизмов

Численность генов amoA у АОА и АОВ определяли методом количественной ПЦР в реальном времени (рисунок 2). После культивирования численность АОА в почве US достоверно снизилась, тогда как в остальных вариантах изменения численности АОА

были менее выраженными.

Наиболее существенные изменения выявлены для АОВ в варианте 8PS: численность копий гена *amoA* увеличилась с 190 до $2,51 \times 10^4$ копий гена *amoA* г⁻¹ сухой массы почвы, то есть в 132 раза. В вариантах US, 3PS, 15PS, 20PS и 30PS данный показатель после культивирования снизился с 571, 2766, 2571, 1015 и 2731 до 478, 2090, 1187, 824 и 2453 копий гена *amoA* г⁻¹ сухой массы

почвы соответственно.

Полученные данные указывают на участие АОВ в усилении нитрификации в варианте 8PS. В вариантах, где увеличение численности АОА и АОВ не зафиксировано, нитрификационная активность, вероятно, связана с участием других групп нитрифицирующих микроорганизмов, включая *Comamtox* и гетеротрофные нитрифицирующие бактерии.

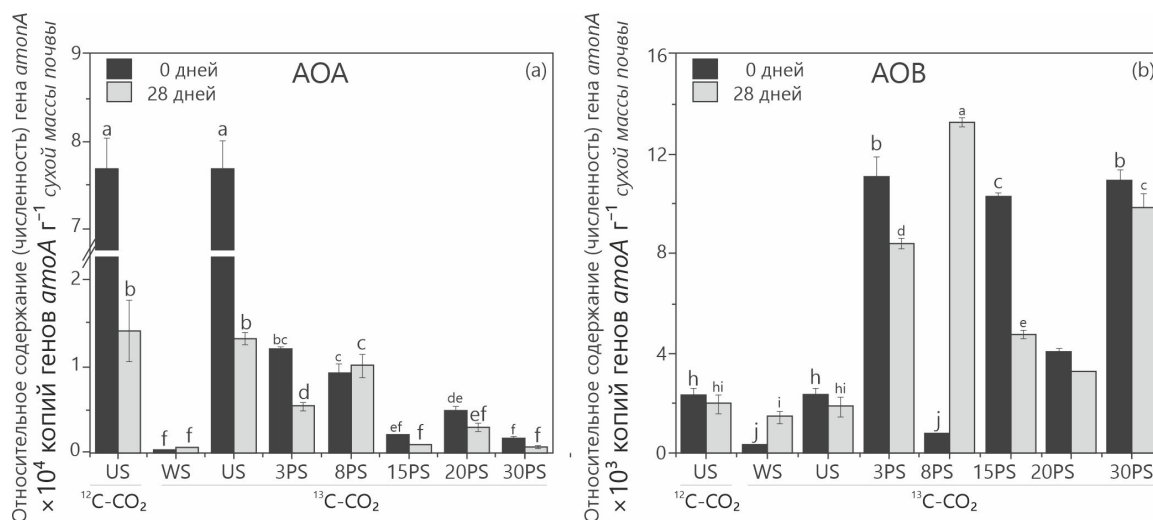


Рисунок 2 – Численность аммонийокисляющих архей (АОА) и бактерий (АОВ) в почве до и после культивирования

Figure 2 – Abundance of ammonia-oxidizing archaea (AOA) and bacteria (AOB) in soil before and after incubation

Примечание: столбики отражают средние значения, вертикальные линии – стандартное отклонение (n = 3). Различные буквы над столбцами указывают на статистически значимые различия между вариантами при P < 0,05 по критерию Дункана (F_{df} > F₀₅)

Образование ¹³C-SOC и связывание углерода

После культивирования в атмосфере ¹³CO₂ атомная доля ¹³C в составе органического вещества почвы во всех вариантах превышала естественный фон ¹³C (1,08 %), что свидетельствует о включении меченого углерода в состав органического вещества почвы. Значения атомной доли ¹³C в составе органического вещества почвы составили 1,10 % для WS, 1,19 % для US, 1,14 % для 3PS, 1,15 % для 8PS, 1,13 % для 15PS, 1,18 % для 20PS и 1,17 % для 30PS (рисунок 3).

Содержание органического углерода почвы варьировало от 12,9 мг г⁻¹ в варианте 20PS до 21,6 мг г⁻¹ в варианте 15PS. Чистое образование ¹³C-SOC в вариантах US, 3PS,

8PS, 15PS, 20PS и 30PS составило соответственно 34,4; 31,8; 32,0; 33,9; 27,0 и 34,1 мкг ¹³C г⁻¹ почвы. Наименьшее значение данного показателя зафиксировано в варианте 20PS, тогда как наиболее высокие значения отмечены в вариантах US, 15PS и 30PS.

Полученные результаты свидетельствуют о способности нитрифицирующих микроорганизмов включать углерод в состав органического вещества почвы в процессе метаболической активности. Таким образом, при оценке экологических последствий нитрификации необходимо учитывать не только образование нитратного азота и потенциальные потери азота, но и вклад нитрифицирующих микроорганизмов в процессы связывания углерода в почве.

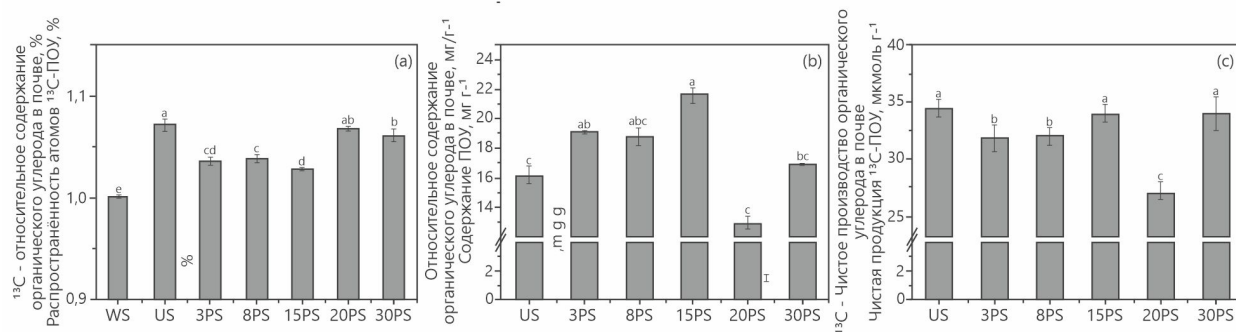


Рисунок 3 – Чистое образование ^{13}C -SOC в почвах различного срока после преобразования засушливых земель в рисовые поля

Figure 3 – Net ^{13}C -SOC formation in soils at different periods after conversion of drylands into rice fields

Примечание: столбики отражают средние значения, вертикальные линии – стандартное отклонение ($n = 3$). Различные буквы над столбцами указывают на статистически значимые различия между вариантами при $P < 0,05$ по критерию Дункана ($F_{\text{ф}} > F_{05}$)

Обсуждение полученных результатов

Преобразование богарных земель в заливные рисовые поля приводит к существенным изменениям почвенной среды, включая трансформацию водного режима, содержания кислорода, доступности минеральных форм азота и условий функционирования микробных сообществ. Указанные изменения оказывают значительное влияние на структуру и активность нитрифицирующих микроорганизмов, что подтверждается различиями между вариантами, различающимися по продолжительности использования под рисовые поля.

Наиболее выраженная реакция аммонийнокисляющих бактерий (АОВ) в варианте 8PS свидетельствует о том, что на данном этапе после преобразования складываются наиболее благоприятные условия для их развития и участия в процессах нитрификации. В других вариантах высокая нитрификационная активность при отсутствии увеличения численности АOA и АОВ позволяет предположить участие других функциональных групп нитрифицирующих микроорганизмов, включая бактерии полного окисления аммония (*Comattox*) и гетеротрофные нитрифицирующие бактерии.

Увеличение содержания ^{13}C -SOC после культивирования в атмосфере $^{13}\text{CO}_2$ подтверждает участие микробных процессов в формировании органического вещества почвы. Накопление меченого углерода сви-

детельствует о способности нитрифицирующих микроорганизмов вовлекать углерод в почвенное органическое вещество и позволяет рассматривать их не только как участников трансформации азота, но и как один из факторов, влияющих на процессы связывания и стабилизации углерода в почве.

Полученные результаты согласуются с современными представлениями о тесной взаимосвязи циклов азота и углерода в почвенных экосистемах и подчеркивают необходимость комплексной оценки экологических последствий перевода неорошаемых земель в заливные рисовые поля.

Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что переход от богарного земледелия к возделыванию на заливных полях риса сопровождается существенными изменениями процессов нитрификации и углеродного цикла в почве. После 28 суток микроросового культивирования во всех исследуемых вариантах отмечено снижение содержания аммонийного азота и увеличение содержания нитратного азота, что свидетельствует об активном протекании нитрификационных процессов.

Наиболее интенсивная трансформация аммонийного азота выявлена в варианте 8PS, где его содержание снизилось с 211 до 5,16 мг N кг⁻¹, а содержание нитратного азота увеличилось до 78,2 мг N кг⁻¹. Одно-

временно численность копий гена *amoA* аммонийоксилирующих бактерий (АОБ) возросла с 190 до $2,51 \times 10^4$ копий гена *amoA* г⁻¹ сухой массы почвы, что подтверждает их значительную роль в усилении нитрификационной активности на данном этапе после преобразования земель.

Нитрифицирующие микроорганизмы участвуют не только в трансформации азота, но и в процессах связывания углерода. Чистое образование ¹³C-SOC в исследуемых почвах составило от 27,0 до 34,4 мкг

¹³C г⁻¹ почвы, что подтверждает включение меченого углерода в состав органического вещества почвы в результате микробиологических процессов.

Полученные результаты расширяют представления о взаимосвязи циклов азота и углерода в рисовых агроэкосистемах и могут быть использованы при разработке научно обоснованных подходов к управлению азотным режимом и углеродным балансом почвы перешедшей от богарного земледелия к заливному рисовым полям.

References

1. Zhu Zhaoliang. Study on nitrogen in soils of China. *Scientific Bulletin of Soil Science*. 2008;45(5):778–783. (In Chin.).
2. Gruber N, Galloway JN. An Earth-system perspective of the global nitrogen cycle. *Nature*. 2008;451(7176):293–296. 10.1038/nature06592
3. Jiang S, Hou S, Zhou S et al. How pH regulates key drivers of nitrification in paddy soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 2015;81:9–16. (In Chin.).
4. Zhang K, Li Y, He Y et al. Elevated temperature enhances nitrification activity by stimulating AOB growth and activity in acidic paddy soil. *Plant and Soil*. 2019;445(1–2):71–83. (In Chin.).
5. Zhang C, Li Y, He Y et al. Nitrosospira cluster 3 ammonia oxidizers as the dominant group in nitrification of acidic terraced paddy soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 2019;131:229–237. (In Chin.).
6. Bao Jundang, Shi Mei, Zhang Meiting et al. Relationship between nitrification and soil characteristics in typical soils of China. *Scientia Agricultura Sinica*. 2011;44(7):1390–1398. (In Chin.).
7. Cai Zucoung, Zhao Wei. Effects of land use patterns on nitrification in humid subtropical soils. *Scientific Bulletin of Soil Science*. 2009;(5):45–51. (In Chin.).
8. Lu Rukun. *Methods of Soil Agrochemical Analysis*. Beijing : China Agricultural Science and Technology Press; 2000. (In Chin.).
9. Page AL, Miller RH, Keeney DR. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Madison : American Society of Agronomy; Soil Science Society of America; 1982.
10. Kirkham D, Bartholomew WV. Equations for following nutrient transformations in soil utilizing tracer data. *Soil Science Society of America Journal*. 1954;18(1):33–34.
11. Cheng Yi, Zhang Jinbo, Cai Zucoung. Research progress on microbial assimilation and abiotic fixation of inorganic nitrogen in soils. *Scientific Bulletin of Soil Science*. 2012;(5):1030–1036. (In Chin.).

Информация об авторах

Чжан Чжо – магистр, младший научный сотрудник;

Цзян Юй – магистр, старший научный сотрудник;

Ми Ган – магистр, научный сотрудник;

Ли Синьюй – магистр, научный сотрудник;

Ли Сяофэн – магистр.

Information about the authors

Zhang Zhuo – Master's degree holder, Junior Researcher;

Jiang Yu – Master's degree holder, Senior Researcher;

Mi Gang – Master's degree holder, Researcher;

Li Xinyu – Master's degree holder, Researcher;

Li Xiaofeng – Master's degree holder.

**Статья поступила в редакцию 20.05.2026;
одобрена после рецензирования 25.05.2026;
принята к публикации 09.06.2026**

**The article was submitted 20.05.2026;
approved after reviewing 25.05.2026;
accepted for publication 09.06.2026**

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Regional and Sectoral Economics

Научная статья

УДК 338.436:332.12(470)

EDN: ZTXWOM

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-52-59>

КЛАСТЕРНЫЙ ПОДХОД В РАЗВИТИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Елена Александровна Волкова, Валерий Викторович Реймер, Наталья Олеговна Смолянинова, Клавдия Семеновна Чурилова

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

Аннотация. На современном этапе развития агропромышленного комплекса России возрастает значение инновационных технологий, повышения производственной эффективности и выпуска экологически безопасной продукции. Кластерный подход рассматривается как один из инструментов повышения эффективности и конкурентоспособности агропромышленного комплекса. Реализация кластерной модели основана на взаимодействии сельскохозяйственных производителей, перерабатывающих предприятий, научных и образовательных организаций, поставщиков оборудования и органов государственной власти. Такое взаимодействие способствует оптимизации производственных цепочек, снижению издержек, повышению качества продукции и ускорению внедрения агротехнологий. Одним из преимуществ кластерного подхода является концентрация производственных, финансовых и научных ресурсов в пределах отдельных территорий. Кластерные объединения также создают условия для развития инновационной деятельности. Кластерное взаимодействие способствует совместному выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, внедрению новых технологий и обмену производственным опытом. Важным направлением кластерной политики является финансово-экономическая поддержка малого и среднего бизнеса в сельских территориях. Участие в кластере обеспечивает малым предприятиям доступ к партнерским связям, льготным финансовым инструментам, совместным маркетинговым стратегиям, обучению и повышению квалификации. Это способствует их развитию, интеграции в производственные цепочки и повышению устойчивости агропромышленного комплекса. Применение кластерного подхода способствует укреплению продовольственной безопасности, развитию экспортного потенциала, созданию новых рабочих мест и устойчивому социально-экономическому развитию регионов.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, кластерный подход, агропромышленные кластеры, государственная поддержка, цифровизация, инновации, сельские территории, конкурентоспособность.

Для цитирования: Волкова Е. А., Реймер В. В., Смолянинова Н. О., Чурилова К. С. Кластерный подход в развитии агропромышленного комплекса России // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 52–59. EDN: ZTXWOM. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-52-59>

Original article

CLUSTER APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Elena A. Volkova, Valery V. Reimer, Natalya O. Smolyaninova, Klavdia S. Churilova

Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Center «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean», Blagoveshchensk, Russia, vea@vniisoi.ru

© Волкова Е. А., Реймер В. В., Смолянинова Н. О., Чурилова К. С., 2026

Abstract. The development of the Russian agro-industrial complex is associated with the increasing importance of innovative technologies, improved production efficiency, and environmentally safe agricultural products. The cluster approach is considered one of the tools for improving the efficiency and competitiveness of the agro-industrial sector. The implementation of cluster models is based on the interaction between agricultural producers, processing enterprises, scientific and educational organizations, suppliers of equipment, and public authorities. Such cooperation contributes to the optimization of production chains, reduction of costs, improvement of product quality, and acceleration of technological innovation. The purpose of the study was to analyze the possibilities of applying the cluster approach in the development of the Russian agro-industrial complex. The study used comparative, systemic, and structural analysis methods. The issues of state support for agro-industrial clusters, digitalization of the agricultural sector, and implementation of resource-saving technologies are considered. It was established that the cluster approach contributes to strengthening cooperation between agro-industrial entities, accelerating innovation processes, and increasing production efficiency. The study concludes that the cluster model is a promising tool for the sustainable development of the Russian agro-industrial complex.

Keywords: agro-industrial complex, cluster approach, agro-industrial clusters, state support, digitalization, innovations, rural territories, competitiveness.

For citation: Volkova EA, Reimer VV, Smolyaninova NO, Churilova KS. Cluster approach to the development of the Russian agro-industrial complex [Klasternyi podkhod v razvitiі agropromyshlennogo kompleksa Rossii]. *Agronauka = Agroscience*. 2026;4:2:52–59. (In Russ.). EDN: ZTXWOM. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-52-59>

Введение

Формирование аграрных кластеров в странах с развивающейся рыночной экономикой, включая Россию, является сложной организационно-экономической задачей. Современные аграрные кластеры представляют собой объединения преимущественно малых товаропроизводителей, характеризующиеся недостаточным уровнем кооперации и ограниченными производственно-экономическими связями. Во многих случаях такие объединения специализируются на продукции с невысокой добавленной стоимостью и испытывают трудности с расширением числа участников. Для многих аграрных кластеров характерна конкуренция за рынки сбыта, инвестиционные ресурсы и государственную поддержку. В странах с недостаточно развитой рыночной инфраструктурой процессы формирования и развития кластеров протекают менее эффективно по сравнению с экономически развитыми государствами. Развитие аграрных кластеров в значительной степени зависит от мер государственной поддержки и инвестиционного стимулирования [1, 2].

Цель исследования – анализ возможностей применения кластерного подхода в

развитии агропромышленного комплекса России. Используются методы сравнительного, системного и структурного анализа.

Материалы и методы

Исследование выполнено на основе анализа научной литературы, нормативно-правовых документов, статистических данных и материалов, посвященных развитию кластерного подхода в агропромышленном комплексе России.

Объектом исследования являлись агропромышленные кластеры и процессы их функционирования в системе агропромышленного комплекса Российской Федерации.

Предметом исследования выступали организационно-экономические отношения, возникающие в процессе формирования и развития агропромышленных кластеров.

В работе использованы методы сравнительного, системного и структурного анализа, а также методы обобщения и классификации научных данных.

Результаты и обсуждение

Развитие кластерной политики в России

В России формирование кластерной политики началось в 2006 году. Активное внедрение кластерных подходов в систе-

му государственного управления началось с 2010 года. В настоящее время кластерная политика включена в большинство стратегий и программ социально-экономического развития, реализуемых на федеральном и региональном уровнях [2].

С 2010 года Министерство экономического развития Российской Федерации предоставляет регионам субсидии на поддержку малого и среднего предпринимательства. Выделяемые средства направлены на создание и функционирование центров кластерного развития (ЦКР), входящих в инфраструктуру поддержки малого и среднего предпринимательства. ЦКР могут функционировать как самостоятельные организации или как подразделения действующих юридических лиц. Учредителями данных центров являются субъекты Российской Федерации, а их основной задачей выступает реализация региональной кластерной политики. По различным оценкам, в России функционирует или находится на стадии формирования до 400 кластерных объединений, значительная часть которых создана при участии федеральных и региональных органов власти. В рамках мер государственной поддержки малого и среднего предпринимательства, предусмотренных Постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2014 г. № 1605, к 2024 г. было создано 42 центра кластерного развития [1, 3]. Деятельность центров направлена на поддержку кластерных инициатив и оказание организацион-

но-консультационных услуг малым и средним предприятиям – участникам кластеров. К основным направлениям работы центров относятся маркетинговая поддержка, организация образовательных, коммуникационных и выставочных мероприятий, а также проведение информационных кампаний. Кроме того, центры оказывают консультации по стратегическому бизнес-планированию и содействуют подготовке организационно-правовых документов. Центры также участвуют в разработке и продвижении пилотных кооперационных проектов, демонстрирующих преимущества совместной деятельности в рамках кластера.

Современное состояние агропромышленных кластеров

В 2024 г. общее количество кластеров, курируемых центрами кластерного развития, превысило 200. Если исключить кластеры пищевого производства, лесной промышленности и биотехнологического профиля, в реестре Министерства промышленности и торговли РФ зафиксировано 9 кластеров, у которых основным видом деятельности указано «Сельское хозяйство и рыболовство» (таблица 1). По количеству резидентов крупнейшим является Молочный кластер Вологодской области, объединяющий 40 предприятий. По численности работников лидирует кластер по производству и переработке молочной продукции «Донские молочные продукты», в котором занято более 7 тыс. человек [1, 2].

Таблица 1 – Перспективные кластеры в агропромышленном комплексе России
Table 1 – Promising Clusters in the Russian Agro-Industrial Complex

№ п/п	Наименование кластера	Год создания	Основная продукция / направление деятельности
1	Агропромышленный кластер Новгородской области	2014	Переработка продукции растениеводства и животноводства; предприятия пищевой промышленности и общественного питания
2	Молочный кластер Вологодской области	2015	Сырое молоко; молочная продукция
3	Кластер по производству и переработке молочной продукции «Донские молочные продукты» (Ростовская область)	2015	Переработка молока; производство сыра, цельномолочной продукции, творога и сырково-творожных изделий

Окончание Таблицы 1

4	Винный территориальный кластер «Долина Дона» (Ростовская область)	2015	Производство винограда и винодельческой продукции
5	Кластер по глубокой переработке зерна в Миллеровском районе Ростовской области	2015	Производство крахмала и патоки
6	Пищевой кластер Республики Татарстан	2016	Переработка зерновых, масличных культур и сахарной свеклы; производство молочной, мясной, птицеводческой продукции, комбикормов, муки, круп, сахара и сопутствующих продуктов; услуги по хранению, сушке и переработке сельскохозяйственной продукции
7	Агробиотехнологический промышленный кластер Омской области	2016	Переработка продукции растениеводства и животноводства; производство муки, комбикормов, мясной, колбасной и кондитерской продукции; агропищевое машиностроение; образовательные, научно-исследовательские, финансовые и консалтинговые услуги
8	Агропромышленный кластер Брянской области	2019	Переработка продукции животноводства и растениеводства; производство мяса кролика, кормовых добавок и продукции для животноводства; выращивание зерновых, пряных, плодовых культур и сорго
9	Кластер «Аквакультура и рыбное хозяйство Астраханской области»	2013	Производство рыбной продукции; интенсификация аквакультуры; модернизация рыбохозяйственного комплекса; увеличение экспорта продукции глубокой переработки

Одной из предпосылок создания молочного кластера Вологодской области стало наличие известного регионального бренда «Вологодское масло». В 2015 г. на базе фермы в селе Молочное был создан кластер, объединивший 30 молокоперерабатывающих предприятий и производителей молока. За время функционирования кластера при поддержке администрации Вологодской области были реализованы следующие проекты:

- формирование и развитие бренда «Молоко из Вологды»;
- организация производства творожного продукта, обогащенного наноконцентратом сыворотки для напитков;
- создание электронной площадки для реализации продукции кластера;
- развитие научно-образовательного центра подготовки кадров;
- внедрение системы точного земледелия;
- строительство животноводческого комплекса с линейной доильной установкой для содержания 600 голов скота.

Благодаря взаимодействию аграриев

и региональных органов власти с 2018 г. в Вологодской области введено в эксплуатацию 10 новых животноводческих комплексов [1].

Проблемы развития агропромышленных кластеров

В отечественном сельском хозяйстве преобладают крупные агрохолдинги и малые фермерские хозяйства, тогда как среднее звено, способное обеспечивать взаимодействие между ними, развито недостаточно. При этом согласно мировой практике, именно средний бизнес часто выступает основой формирования кластеров. Кластеризация агропромышленного комплекса способствует улучшению экономического положения малых и средних предприятий, а также крестьянских (фермерских) хозяйств. Однако развитию кластеров в сельском хозяйстве препятствуют две основные причины:

- недостаточная инициатива со стороны крупных сельскохозяйственных производителей;
- низкая заинтересованность инвесто-

ров в долгосрочных и рискованных вложениях в развитие агропромышленного комплекса [1, 2].

В существующих условиях дальнейшее развитие кластерной политики в аграрном секторе затруднено. Основным препятствием к формированию сельскохозяйственных кластеров остается недоверие аграриев к программам региональных органов власти. Фермерские хозяйства предпочитают получать государственную поддержку напрямую, без участия в кластерных объединениях. В связи с этим одной из основных задач региональных центров кластерного развития является информационно-консультационная работа с предприятиями агропромышленного комплекса [1, 2].

В настоящее время уровень инновационно-технологического развития российских сельскохозяйственных предприятий остается недостаточно высоким. Основная часть научных исследований сосредоточена в области селекционной работы [3]. Если в растениеводстве ситуация остается относительно стабильной, то в животноводстве (особенно в племенной работе по разведению крупного рогатого скота и коневодстве) сохраняется ряд существенных проблем [2].

Следует отметить, что организационно-экономические механизмы формирования цепочек добавленной стоимости за счет производства общих продуктов и услуг не созданы. Многие проекты, реализуемые в существующих кластерах, фактически представляют собой инвестиционные проекты отдельных компаний [2].

Организационно-экономические механизмы кластеризации

Центр кластерного развития Амурской области создан 6 августа 2018 г. как структурное подразделение некоммерческой организации «Фонд содействия кредитованию субъектов малого и среднего предпринимательства Амурской области». В настоящее время Центр кластерного развития Амурской области осуществляет деятельность по развитию агропромышленного и туристического кластеров. Работа осуществляется при поддержке федерального правительства в рамках Постановления Правительства РФ от 6 марта 2013 г. № 188 «Об утверждении Правил распределения и предоставления

субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на реализацию мероприятий, предусмотренных программами развития пилотных инновационных территориальных кластеров». Согласно нормативным документам, кластер рассматривается как совокупность взаимосвязанных субъектов деятельности в сфере промышленности, объединенных территориальной близостью и функциональной зависимостью. В России применяется подход к определению кластера, соответствующий международной практике. Вместе с тем сохраняются элементы централизованного регулирования кластерной политики. Для получения государственной поддержки установлены следующие требования к деятельности кластеров:

1. В состав кластера должны входить не менее половины потенциальных участников кластера, выявленных картированием. Ими учреждается специализированная организация кластера, которая выполняет функции координатора совместных проектов.

2. В состав инфраструктуры входят не менее:

- одного учреждения высшего профессионального образования или среднего профессионального образования;
- двух объектов технологической инфраструктуры;
- одной некоммерческой или общественной организации;
- одной финансовой организации.

3. Подписано соглашение с регионом о создании промышленного кластера.

4. Участниками кластера реализуются совместные проекты.

5. Уровень кооперации должен составлять не менее 50,0 %: часть продукции, выпускаемой участниками кластера, используется другими участниками объединения.

6. В состав кластера должны входить не менее десяти промышленных предприятий, включая не менее одного предприятия конечного производства.

7. Территория охвата кластерным взаимодействием соответствует территории одного или нескольких смежных субъектов Российской Федерации.

Перспективы и ограничения развития кластерного подхода

Наличие большого количества формальных индикаторов может отвлекать участников кластеров от решения задач повышения качества продукции и конкурентоспособности.

Основным конкурентным преимуществом существующих агропромышленных кластеров является их территориально-географическое положение. Дополнительным преимуществом является наличие научно-исследовательской базы в сфере сельского хозяйства. В таких регионах наблюдается концентрация сельскохозяйственных, перерабатывающих и торговых предприятий, взаимодействующих в рамках единых производственных цепочек и ориентированных на достижение общих стратегических целей.

На фоне развития крупных агрохолдингов у представителей малого и среднего агробизнеса сохраняется потребность в кооперации. Важным преимуществом объединения производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции является формирование полного производственного цикла – от производства сырья до реализации готовой продукции. Это способствует стандартизации продукции и повышению спроса на нее. Вместе с тем многие хозяйствующие субъекты аграрной сферы не оценивают преимущества участия в кластерах [4-7].

При этом крупный бизнес в своем большинстве не стремится привлекать к сотрудничеству мелких производителей. Крупные предприятия чаще ориентированы на самостоятельное регулирование закупочных условий и цен на сырье. В связи с этим расширение кластерной политики в агропромышленном комплексе во многом зависит от деятельности региональных центров кластерного развития. При этом инициатива должна исходить от самих производителей, их ассоциаций или других организационно-правовых форм объединения.

Следует отметить, что не все агропромышленные кластеры являются успешными, и даже успешные не вечны: они последовательно проходят стадии зарождения, роста, зрелости и упадка. Несмотря на это, агропромышленные кластеры обеспечивают ряд преимуществ для субъектов агробиз-

неса, включая расширение рынков сбыта, привлечение инвестиций, распространение инноваций и развитие сельских территорий [8–11].

Выводы

Установлено, что аграрные кластеры способствуют повышению конкурентоспособности фермерских и агропромышленных предприятий за счет развития кооперации, роста производственно-экономической эффективности и внедрения инновационных технологий. Кластерный подход создает условия для формирования устойчивых производственных цепочек, расширения взаимодействия между субъектами агропромышленного комплекса и повышения инвестиционной привлекательности аграрного сектора.

Установлено, что в настоящее время в России отсутствуют зрелые агропромышленные кластеры, способные эффективно функционировать на национальном и международном уровнях. Вместе с тем в ряде регионов выявлены предпосылки для их формирования, включая территориальную концентрацию сельскохозяйственного производства, наличие перерабатывающих предприятий и научно-исследовательской базы.

Развитие агропромышленных кластеров сдерживается недостаточным уровнем кооперации между хозяйствующими субъектами, ограниченностью финансовых ресурсов, недоверием аграриев к региональным программам поддержки, а также слабой заинтересованностью крупных предприятий во взаимодействии с малыми формами хозяйствования.

Существенная роль в реализации кластерной политики принадлежит региональным центрам кластерного развития, обеспечивающим организационно-консультационную поддержку предприятий агропромышленного комплекса. Формирование агропромышленных кластеров должно основываться на региональной специализации, инициативе самих участников и наличии устойчивых производственно-экономических связей.

В целях развития агропромышленных кластеров предложен алгоритм их формирования, включающий анализ региональной экономики, оценку потенциала кластера, создание команды лидеров, разработку

стратегических направлений развития и институционализацию кластерного взаимодействия.

Процесс кластеризации должен учитывать региональные особенности, уровень развития агропромышленного комплекса и заинтересованность хозяйствующих субъектов в кооперационном взаимодействии.

Практические рекомендации

В целях формирования агропромышленных кластеров в регионах рекомендуется реализация следующих организационно-экономических мероприятий:

1. Анализ региональной экономики – выявление локальных продуктовых и процессных кластеров, а также определение приоритетных направлений развития.

2. Оценка потенциала кластера – сбор информации о структуре кластера и его роли в региональном агропромышленном комплексе.

3. Формирование команды лидеров – привлечение представителей якор-

ных предприятий, органов власти, научных и образовательных организаций.

4. Разработка стратегического видения кластера – определение перспективных направлений развития и ожидаемых результатов кластерного взаимодействия.

5. Определение ключевых этапов развития – установление последовательности реализации мероприятий в прогнозном периоде.

6. Разработка программы первоочередных мероприятий – формирование краткосрочных производственных и интеграционных проектов.

7. Институционализация кластерного взаимодействия – создание управляющей организации или определение координирующего участника кластера.

8. Актуализация стратегических направлений развития – переход к реализации долгосрочных инвестиционных и инновационных проектов.

Список источников

1. Агропромышленные кластеры в России: перспективы, проблемы и пути развития [Электронный ресурс]. URL: <https://oaz.pf/articles/agropromyshlennye-klastery-v-rossii-perspektivy-problemy-i-puti-razvitiya/> (дата обращения: 17.03.2026).
2. Волкова Е. А., Смолянинова Н. О., Забелин А. Г., Реймер В. В., Исаенко А. П. Кластеризация как стратегия развития соевого подкомплекса : монография. Москва : Московский финансово-юридический университет МФЮА, 2025. 158 с.
3. О предоставлении и распределении субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства, включая крестьянские (фермерские) хозяйства в 2015 году : Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2014 г. № 1605 (ред. от 25.05.2016 г.).
4. Кластерный подход к развитию агропромышленного комплекса Омской области. Под общ. ред. В. В. Карпова, В. В. Алещенко. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2014. 416 с.
5. Волкова Е. А., Чурилова К. С., Смолянинова Н. О. Развитие малого и среднего бизнеса в растениеводстве региона в рамках кластерного взаимодействия // АПК: экономика, управление. 2023. № 12. С. 42–47. <https://doi.org/10.33305/2312-42>
6. Кластерный подход в развитии сельского хозяйства и АПК (на материалах Республики Алтай) : монография / Р. Т. Адарина [и др.]. Горно-Алтайск : БИЦ ГАГУ, 2017. 139 с.
7. Шаховская Л. С., Гончарова Е. В. Региональные кластеры в России как условие формирования умной экономики // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 9-2 (67). С. 145–148. <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2020-10746>
8. Войтюк В. А., Кондратьева О. В. Аграрные кластеры как инструмент устойчивого развития и импортозамещения в России // Управление развитием социально-экономических систем: глобализация, предпринимательство, устойчивый экономический рост : материалы XXV Международной научной конференции молодых ученых и студентов. Донецк : Донецкий национальный университет, 2025. С. 17–19.
9. Перепичка М. Е. Актуальность кластера для России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2010. № 14 (38). С. 64–68.
10. Седова Н. В. Агропродовольственные кластеры в инновационной экономике России // Мир новой экономики. 2013. № 1. С. 46–54.
11. Костенко О. В. Агропромышленные кластеры в экономической политике регионов России //

Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2016. № 5. С. 55–68.

References

1. Agro-Industrial Clusters in Russia: Prospects, Problems and Development Paths [Agropromyshlennye klastery v Rossii: perspektivy, problemy i puti razvitiya]. URL: <https://oaz.pf/articles/agropromyshlennye-klastery-v-rossii-perspektivy-problemy-i-puti-razvitiya/> (accessed 17.03.2026). (In Russ.).
2. Volkova EA, Smolyaninova NO, Zabelin AG, Reimer VV, Isaenko AP. Clusterization as a Strategy for the Development of the Soybean Subcomplex: Monograph [Klasterizatsiya kak strategiya razvitiya soevogo podkompleksa : monografiya]. Moscow: Moscow University of Finance and Law MFUA, 2025;158. (In Russ.).
3. On the Provision and Distribution of Subsidies from the Federal Budget to the Budgets of the Subjects of the Russian Federation for State Support of Small and Medium-Sized Entrepreneurship, Including Peasant (Farm) Enterprises in 2015: Resolution of the Government of the Russian Federation No. 1605 dated December 30, 2014 [O predostavlenii i raspredelenii subsidii iz federal'nogo byudzheta byudzheta sub"ektov Rossiiskoi Federatsii na gosudarstvennyu podderzhku malogo i srednego predprinimatel'stva, vkluchaya krest'yanskie (fermerskie) khozyaistva v 2015 godu]. (In Russ.).
4. Cluster Approach to the Development of the Agro-Industrial Complex of the Omsk Region [Klasternyi podkhod k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa Omskoi oblasti] Edited by VV Karpov, VV Aleshchenko. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2014;416. (In Russ.).
5. Volkova EA, Churilova KS, Smolyaninova NO. Development of Small and Medium-Sized Businesses in Regional Crop Production within Cluster Interaction [Razvitie malogo i srednego biznesa v rastenievodstve regiona v ramkakh klaster'nogo vzaimodeistviya]. *APK: Economics, Management*. 2023;12:42–47. (In Russ.). <https://doi.org/10.33305/2312-42>.
6. Cluster Approach in the Development of Agriculture and Agro-Industrial Complex (Based on Materials from the Altai Republic): Monograph [Klasternyi podkhod v razvitiu sel'skogo khozyaistva i APK (na materialakh Respubliki Altai): monografiya] RT Adarina [et al.]. Gorno-Altaysk: BITS GAGU, 2017;139.
7. Shakhovskaya LS, Goncharova EV. Regional Clusters in Russia as a Condition for the Formation of a Smart Economy [Regional'nye klastery v Rossii kak uslovie formirovaniya umnoi ekonomiki]. *Economics and Business: Theory and Practice*. 2020;9-2(67):145–148. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/2411-0450-2020-10746>
8. Voytyuk VA, Kondratyeva OV. Agrarian Clusters as a Tool for Sustainable Development and Import Substitution in Russia [Agrarnye klastery kak instrument ustoichivogo razvitiya i importozameshcheniya v Rossii]. In: Management of the Development of Socio-Economic Systems: Globalization, Entrepreneurship, Sustainable Economic Growth: Proceedings of the XXV International Scientific Conference of Young Scientists and Students. Donetsk: Donetsk National University, 2025;17–19. (In Russ.).
9. Peregichka ME. Relevance of the Cluster for Russia [Aktual'nost' klastera dlya Rossii]. *Financial Analytics: Problems and Solutions*. 2010;14(38):64–68. (In Russ.).
10. Sedova NV. Agro-Food Clusters in the Innovative Economy of Russia [Agroproduktovstvennye klastery v innovatsionnoi ekonomike Rossii]. *The World of New Economy*. 2013;1:46–54. (In Russ.).
11. Kostenko OV. Agro-Industrial Clusters in the Economic Policy of Russian Regions [Agropromyshlennye klastery v ekonomicheskoi politike regionov Rossii]. *Economy: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2016;5:55–68. (In Russ.).

Информация об авторах

Е. А. Волкова – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник;
В. В. Реймер – доктор сельскохозяйственных наук, директор;
Н. О. Смолянинова – научный сотрудник;
К. С. Чурилова – младший научный сотрудник.

Information about the authors

E. A. Volkova – Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher;
V. V. Reimer – Doctor of Agricultural Sciences, Director;
N. O. Smolyaninova – Researcher;
K. S. Churilova – Junior Researcher.

**Статья поступила в редакцию 20.04.2026;
одобрена после рецензирования 29.04.2026;
принята к публикации 21.05.2026**

**The article was submitted 20.04.2026;
approved after reviewing 29.04.2026;
accepted for publication 21.05.2026**

Научная статья

УДК 331.1

EDN: XYTOGR

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-60-64>

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК ИНСТРУМЕНТ РОСТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРОГО МОЛОКА

Валерий Викторович Березовский¹, Александр Александрович Быков²

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, 127422, Россия, ¹leka_bokij@rambler.ru, ²bykov47@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена система целевых показателей, влияющих на эффективность использования техники, технологий, материальных и трудовых ресурсов при производстве сырого молока. Предложен подход к повышению экономической эффективности молочного скотоводства на основе комплексного применения целевых показателей в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном животноводстве. Научная новизна исследования заключается в разработке поэтапной системы целевых показателей для кормовых культур, кормопроизводства и молочного крупного рогатого скота. Установлено, что применение предложенной системы способствует повышению эффективности взаимодействия структурных подразделений сельскохозяйственного предприятия, снижению материальных затрат, сокращению простоев техники и оптимизации использования трудовых ресурсов.

Ключевые слова: система целевых показателей, экономическая эффективность, производственные процессы, молочное скотоводство, сырое молоко.

Для цитирования: Березовский В. В., Быков А. А. Применение системы целевых показателей как инструмент роста экономической эффективности производства сырого молока // Агронаука. 2026. Том 4. № 2. С. 60–64. EDN: XYTOGR. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-60-64>

Original article

APPLICATION OF A SYSTEM OF TARGET INDICATORS AS A TOOL FOR IMPROVING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF RAW MILK PRODUCTION

Valery V. Berezovsky¹, Alexander A. Bykov²

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya St., 49, Moscow, 127422, Russia, ¹leka_bokij@rambler.ru, ²bykov47@yandex.ru

Abstract. The article considers a system of target indicators affecting the efficiency of the use of machinery, technologies, material and labor resources in raw milk production. An approach aimed at improving the economic efficiency of dairy farming through the integrated application of target indicators in crop production, feed production and dairy cattle breeding is proposed. The scientific novelty of the study lies in the development of a phased system of target indicators for forage crops, feed production and dairy cattle. It was established that the application of the proposed system contributes to improving the efficiency of interaction between structural divisions of an agricultural enterprise, reducing material costs, minimizing equipment downtime and optimizing the use of labor resources.

Keywords: system of target indicators, economic efficiency, production processes, dairy farming, raw milk.

For citation: Berezovskiy VV, Bykov AA. Application of a system of target indicators as a tool for improving the economic efficiency of raw milk production [Primenenie sistemy tselevykh pokazateley kak instrument rosta ekonomicheskoy effektivnosti proizvodstva syrogo moloka]. *Agronauka = Agrosience*. 2026;4:2:60–64. (In Russ.). EDN: XYTOGR. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2026-4-2-60-64>

© Березовский В. В., Быков А. А., 2026

Введение

В условиях становления нового технологического уклада, характеризующегося внедрением передовых технологий и динамично изменяющейся рыночной конъюнктурой, повышение экономической эффективности агробизнеса становится необходимым условием устойчивого развития и повышения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий.

Оценка экономической эффективности молочного животноводства должна основываться на системном подходе, учитывающем совокупность целевых показателей и факторов, влияющих на функционирование отрасли [1]. Экономическая эффективность производства в молочном животноводстве определяется системой показателей, характеризующих результативность использования основных производственных ресурсов [2].

В связи с этим особое значение приобретает система целевых показателей в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном скотоводстве, позволяющая оптимизировать производственные процессы в соответствующих структурных подразделениях и обеспечивать рациональное использование производственных ресурсов.

Система целевых показателей оказывает непосредственное влияние на себестоимость продукции, рентабельность производства и финансовую устойчивость агробизнеса. Неэффективное использование производственных ресурсов отражается на достижении целевых показателей и свидетельствует о нарушении технологий выращивания сельскохозяйственных культур и производства кормов. В результате показатели эффективности молочного скотоводства могут оказаться ниже планируемого уровня, что приводит к увеличению финансовых потерь и снижению конкурентоспособности сельскохозяйственного предприятия.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью разработки эффективной системы целевых показателей,

обеспечивающей повышение экономической эффективности производства сырого молока.

Цель исследования – заключается в разработке системы целевых показателей, направленной на получение качественных кормов и сырого молока, соответствующих установленным требованиям. Реализация предложенного подхода позволит снизить производственные затраты, повысить производительность и улучшить качество выпускаемой продукции.

Система целевых показателей в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном скотоводстве направлена на обеспечение рационального взаимодействия основных, вспомогательных и обслуживающих производственных процессов во времени и пространстве с целью получения кормов и сырого молока необходимого качества и объема.

Материалы и методы

В ходе исследования использован комплекс научных методов, включающий анализ статистических данных, абстрактно-логический, системно-функциональный, факторный методы, а также методы анализа и синтеза. Теоретическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых-экономистов, посвященные вопросам управления экономической эффективностью организации производственных процессов в агробизнесе.

Результаты и обсуждение

Система целевых показателей в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном скотоводстве включает взаимосвязанные производственные процессы, обеспечивающие получение кормов и сырого молока заданного качества и объема. Схема организации производственных процессов в структурных подразделениях агробизнеса представлена на рисунке.

Разработка системы целевых показателей для сельскохозяйственного предприятия, занимающегося производством сырого молока делится на несколько этапов.

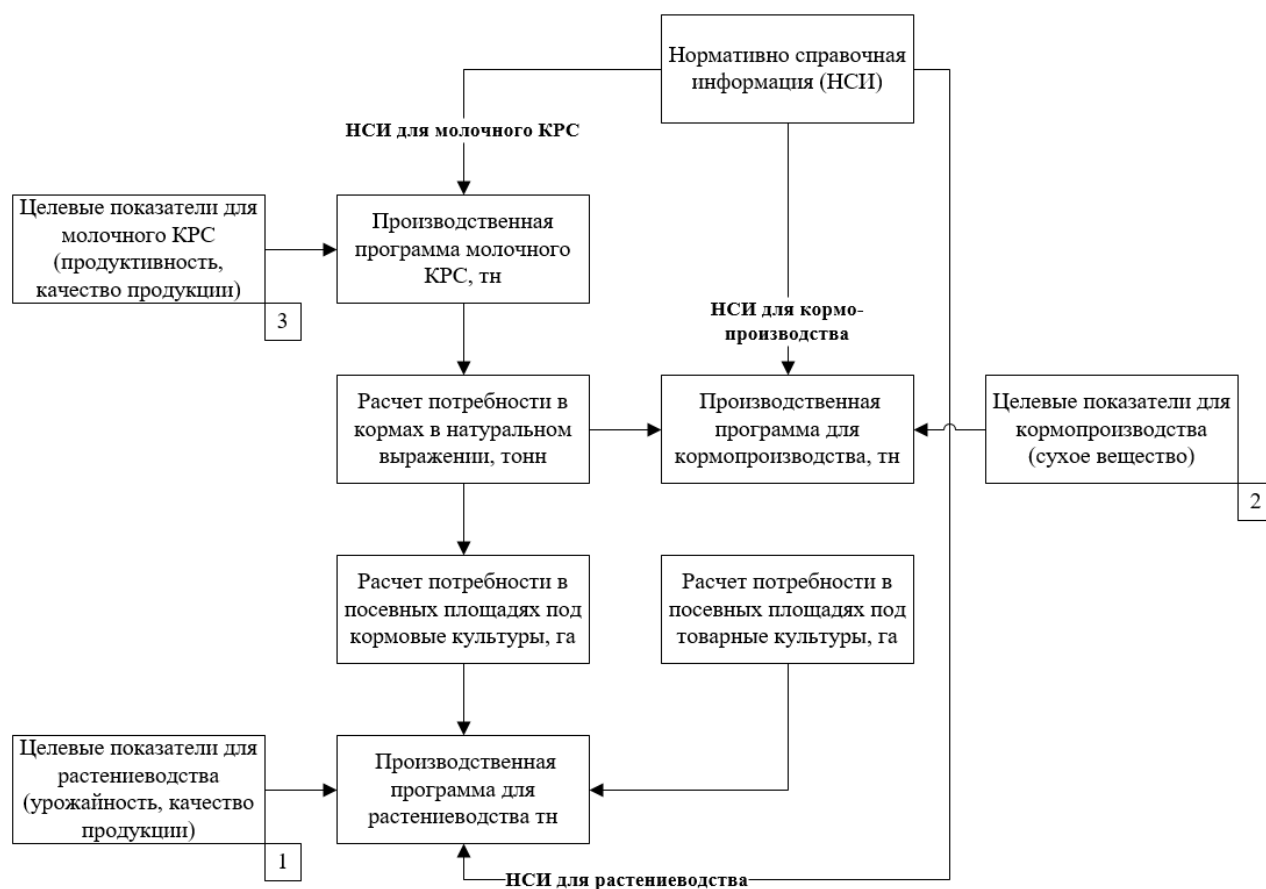


Рисунок – Схема организации производственных процессов в структурных подразделениях агробизнеса

Figure – Scheme of organization of production processes in the structural divisions of agribusiness

Этап 1. Формирование системы целевых показателей в растениеводстве

На данном этапе определяются кормовые культуры и перечень целевых показателей. Набор целевых показателей [4] может включать:

- зерновые культуры, используемые для приготовления концентрированных кормов: урожайность, содержание белка, содержание клейковины;
- зеленую массу кукурузы на силос: урожайность;
- зеленую массу однолетних и многолетних трав на сенаж: урожайность;
- зеленую массу однолетних и многолетних трав на сено: урожайность.

Этап 2. Формирование системы целевых показателей в кормопроизводстве

– корма занимают наибольший удельный вес в структуре затрат на содержание основного и ремонтного стада [3]. Набор целевых показателей может включать:

- зерновые культуры, используемые для приготовления концентрированных кормов: урожайность, содержание белка, содержание клейковины, энергетические кормовые единицы, содержание сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и сырой золы (таблица 1).
- грубые корма: влажность, %, содержание сухого вещества;
- сочные корма: влажность, %, уровень pH, содержание сухого вещества.

Таблица 1 – Питательность зерновых кормов (на 1 кг натурального корма)
Table 1 – Nutritional value of grain feeds (per 1 kg of natural feed)

Корм	Энергетические кормовые единицы, ед.	Сухое вещество, г/кг	Сырой протеин, г/кг	Сырой жир, г/кг	Сырая клетчатка, г/кг	Сырая зола, г/кг
Ячмень	1,15	850	112	22	50	15
Кукуруза	1,23...1,34	850	85	42	25	15
Овес	1	850	111	45	100	15
Пшеница	1,18...1,28	850	140	20	27	15
Рожь	1,20	850	140	20	23	15

Этап 3. Формирование системы целевых показателей в молочном скотоводстве

Набор целевых показателей может включать (рисунок):

- продуктивность дойных коров по фазам лактации: количество сырого молока в сутки, содержание жира, содержание белка;
- продуктивность молодняка: среднесуточный прирост живой массы;

– потребность в энергии на 1 кг продукции, ЭКЕ, в зависимости от уровня продуктивности (таблица 2).

Предложенная система целевых показателей представляет собой комплексный инструмент оптимизации взаимодействия между основными структурными подразделениями сельскохозяйственного предприятия, включая растениеводство, кормопроизводство и молочное скотоводство.

Таблица 2 – Нормативные затраты энергетических кормовых единиц на 1 кг молока [5]
Table 2 – Standard energy feed unit requirements per 1 kg of milk [5]

Показатель	Продуктивность коровы, кг молока		
	8 000	9 000	10 000
Затраты ЭКЕ на 1 кг молока	1,38	1,34	1,30
Годовая потребность в ЭКЕ, ед.	11 040	12 060	12 870

Выводы

Разработанная система целевых показателей обеспечивает возможность комплексного планирования производственных процессов в растениеводстве, кормопроизводстве и молочном скотоводстве. Применение предложенного подхода позволяет перейти от интуитивного управления к принятию управленческих решений, основанных на конкретных производственно-экономических показателях.

Установлено, что использование системы целевых показателей способствует

формированию сбалансированной производственной программы для структурных подразделений сельскохозяйственного предприятия, а также повышению обоснованности планирования доходов и расходов.

Предложенная система позволяет оптимизировать структуру посевных площадей, рационально распределять трудовые ресурсы с учетом сезонности сельскохозяйственных работ и повышать эффективность использования земельных и кормовых ресурсов.

Внедрение системы целевых показателей способствует повышению экономической эффективности производственных процессов, улучшению финансовых результатов деятельности сельскохозяйственного

предприятия и обеспечивает основу для принятия обоснованных управленческих решений в условиях изменяющейся рыночной конъюнктуры.

Список источников

1. Анищенко А. Н. Оценка эффективности развития молочного скотоводства с учетом модернизации: методические аспекты // Экономика и предпринимательство. 2017. № 7 (84). С. 869–876.
2. Гусев А. Ю. К вопросу совершенствования системы показателей оценки экономической эффективности отрасли молочного животноводства // Транспортное дело России. 2011. № 12. С. 197–200.
3. Миненко А. В. Оценка факторов, влияющих на эффективность производства молока в регионе аграрной специализации // Вектор экономики. 2021. № 8 (62).
4. Волкова Е. А., Синеговский М. О., Смолянинова Н. О., Малашонок А. А. Целевые показатели развития растениеводства Амурской области на период до 2030 года в условиях реализации кластерной стратегии // Агронаука. 2023. Т. 1. № 1. С. 185–190.
5. Методические указания по расчету потребности в кормах для молочного скота (нормативы ЭКЕ и переваримого протеина). Москва, 2003.

References

1. Anishchenko AN. Assessment of the efficiency of dairy cattle breeding development considering modernization: methodological aspects [Otsenka ehffektivnosti razvitiya molochnogo skotovodstva s uchetom modernizatsii: metodicheskie aspekty]. *Economics and Entrepreneurship*. 2017;(7):869–876. (In Russ.).
2. Gusev AYu. On improving the system of indicators for assessing the economic efficiency of the dairy cattle breeding industry [K voprosu sovershenstvovaniya sistemy pokazatelei otsenki ehkonomicheskoi ehffektivnosti otrasli molochnogo zhitovnovodstva]. *Transport Business of Russia*. 2011;(12):197–200.
3. Minenko AV. Assessment of factors influencing milk production efficiency in a region of agricultural specialization [Otsenka faktorov, vliyayushchikh na ehffektivnost' proizvodstva moloka v regione agrarnoi spetsializatsii]. *Vector of Economics*. 2021;(8). (In Russ.).
4. Volkova EA., Sinegovskiy MO., Smolyaninova NO., Malashonok AA. Target indicators for the development of crop production in the Amur Region until 2030 under the implementation of a cluster strategy [Tselevye pokazateli razvitiya rastenievodstva Amurskoi oblasti na period do 2030 goda v usloviyakh realizatsii klasternoi strategii]. *Agrarian Science*. 2023;1(1):185–190. (In Russ.).
5. Guidelines for calculating feed requirements for dairy cattle (standards of energy feed units and digestible protein) [Metodicheskie ukazaniya po raschetu potrebnosti v kormakh dlya molochnogo skota (normativy EHKE i perevarimogo proteina)]. Moscow ; 2003. (In Russ.).

Информация об авторах

В. В. Березовский – соискатель;
А. А. Быков – доктор экономических наук, доцент.

Information about the authors

V. V. Berezovskiy – Applicant;
A. A. Bykov – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor.

**Статья поступила в редакцию 07.05.2026;
одобрена после рецензирования 12.05.2026;
принята к публикации 26.05.2026**

**The article was submitted 07.05.2026;
approved after reviewing 12.05.2026;
accepted for publication 26.05.2026**

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ СТАТЕЙ

Редакция научно-практического журнала «Агронаука» приглашает к сотрудничеству учёных, аспирантов, специалистов. К публикации принимаются научные статьи по следующим 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 они соответствуют 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 макроканд. 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 т.п.).
 - 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», «Окончание 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 трёх 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 – Агрехимия, 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.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

> Примеры в приложении составлены в соответствии с требованиями «ГОСТ Р 7.0.7-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 18.08.2021 N 728-ст), носят информационный характер, их не следует соотносить с реально опубликованными статьями.

Первая полоса статьи, написанной одним автором

Научная статья

УДК 633.15:631.521(470.61)

Анализ сортовой структуры кукурузы, возделываемой на зерно в Ростовской области

Юлия Борисовна Арженовская

Аграрный научный центр «Донской», Ростовская область, Зерноград, Россия, vniizk30@mail.ru

Аннотация. В статье представлена динамика урожайности зерна кукурузы в России и в Ростовской области. Определено, что наибольшее количество гибридов кукурузы возделывалось в 2018 г. из числа внесенных в Госреестр РФ за период с 2009 по 2013 г. (52 шт.). Определены популярные гибриды кукурузы, возделываемые в Ростовской области в 2018 и 2019 гг. Рассчитан удельный вес отечественных гибридов (сортов) в посевных площадях и отмечено стоимостное преимущество отечественных семян кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, урожайность, сортосемена, сортовая структура

Original article

The analysis of varietal structure of maize cultivated for grain in the Rostov region

Yulia B. Arzhenovskaya

Agricultural Research Center "Donskoy", Rostov region, Zernograd, Russia, vniizk30@mail.ru

Abstract. The current paper presents the dynamics of the maize productivity in Russia and in the Rostov region. An analysis is given of sown maize hybrids and varieties in the Rostov region according to the year of including them into the State List of the Russian Federation. It is determined that the largest number of maize hybrids was cultivated in 2018 from the number included into the State List of the Russian Federation for the period from 2009 to 2013 (52 pcs.). The most popular maize hybrids cultivated in the Rostov region in 2018 and 2019 are identified. The share of domestic hybrids (varieties) in the sown areas and the cost advantage of domestic maize seeds are calculated.

Keywords: maize, productivity, variety changing, varietal structure

ТЕКСТ СТАТЬИ

Научная статья

УДК 378:004

Дистанционное высшее образование в условиях самоизоляции и проблема институциональных ловушек

Владимир Викторович Вольчик¹, Игорь Михайлович Ширяев²

^{1,2}Южный Федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

¹volchik@sfedu.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0027-3442>

²shiryayev@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1820-8710>

Аннотация. В целях определения основных закономерностей возникновения и усиления институциональных ловушек, возникающих в условиях режима самоизоляции в системе высшего образования, авторами были проанализированы нарративы и глубинные интервью основных акторов. Дистанционное образование не является полноценной заменой образования в традиционной форме, затрудняет передачу неявного знания, контроль и обратную связь при обучении, неоднозначно влияет на издержки образовательной деятельности, не позволяет полагаться на надежность информационно-коммуникационных технологий. При этом подчеркивается, что переход на дистанционное образование может трактоваться как новый этап эволюции институциональной ловушки электронизации и цифровизации.

Ключевые слова: экономика, управление хозяйством, институциональная экономика, дистанционное образование, цифровизация образования, высшее образование, самоизоляция, институциональные ловушки

Original article

Distant higher education under self-isolation and the problem of institutional traps

Vladimir V. Volchik¹, Igor' M. Shiryayev²

^{1,2}Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

¹volchik@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0027-3442>

²shiryayev@sfedu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1820-8710>

Abstract. To determine the main patterns of emergence and strengthening of institutional traps that arise under self-isolation in the higher education system, the authors analyzed the narratives and in-depth interviews of the main actors. Distance education is not a full-fledged substitute for the traditional education, as it impedes the transfer of implicit knowledge, control and feedback during training, ambiguously influences the costs of educational activities, and does not allow relying on the reliability of information and communication technologies. Transition to distant education can be interpreted as a new stage of evolution of the institutional trap of electronization and digitalization.

Keywords: economics, national economy management, institutional economics, distance education, digitalization of education, higher education, self-isolation, institutional traps.

ТЕКСТ СТАТЬИ

ТЕКСТ СТАТЬИ

.....

Список источников


1. Tietje C., Baetens F. The impact of investor-state-dispute settlement (ISDS) in the Transatlantic trade and investment partnership: study prepared for the Minister for Foreign Trade and Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs, The Netherlands. 2014. URL: <https://ecipe.org/wp-content/uploads/2015/02/the-impact-of-investor-state-dispute-settlement-isds-in-the-ttip.pdf>
2. Сорокин Д. Е., Сухарев О. С. Структурно-инвестиционные задачи развития экономики России // Экономика. Налоги. Право. 2013 N 3. С. 4–15.
3. Candela R., Geloso V. Coase and transaction costs reconsidered: The case of the English lighthouse system // *European Journal of Law and Economics*. 2019. Vol. 48, no. 3 P. 331–349. <https://doi.org/10.1007/s10657-019-09635-4>.
4. Shifting paradigms in international investment law: more balanced, less isolated, increasingly diversified / eds. Hindelang S., Krajewski M. Oxford: Oxford University Press, 2015. 432 p.


References

1. Tietje C., Baetens F. The impact of investor-state-dispute settlement (ISDS) in the Transatlantic trade and investment partnership: Study prepared for the Minister for Foreign Trade and Development Cooperation, Ministry of Foreign Affairs, The Netherlands. 2014. <https://ecipe.org/wp-content/uploads/2015/02/the-impact-of-investor-state-dispute-settlement>
2. Sorokin D. E., Sukharev O. S. Structural and investment objectives of the development of the Russian economy. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics. Taxes. Law*. 3. Candela R., Geloso V. Coase and transaction costs reconsidered: The case of the
3. English lighthouse system. *European Journal of Law and Economics*. 2019;48(3):331-349. <https://doi.org/10.1007/s10657-019-09635-4>.
4. Hindelang S., Krajewski M., eds. Shifting paradigms in international investment law: More balanced, less isolated, increasingly diversified. Oxford: Oxford University Press; 2015. 432 p.



Адрес редакции:

 675027, Амурская область,
г. Благовещенск,
Игнатьевское шоссе, 19,
ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои

 agronauka@vniisoi.ru
www.agronauka28.ru

 +7 (4162) 36-94-50

