



ISSN: 1997-3225
EISSN: 2782-4225
DOI 10.55170/1997-3225

Известия

САМАРСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

специальный выпуск
**АГРОТЕХНОЛОГИИ
И ЗЕМЛЕДЕЛИЕ**

2026

special issue

AGROTECHNOLOGIES
AND AGRICULTURE

16+

Bulletin Samara State Agricultural Academy





**КАЗАКОВ
ГЕННАДИЙ ИВАНОВИЧ
(1936–2011)**

**Известный
учёный-земледел,
академик Академии
Естествознания РФ,
академик
Международной
академии аграрного
образования,
Заслуженный деятель
науки РФ, доктор
сельскохозяйственных
наук, профессор**

**Коллектив
агрономического
факультета
Самарского ГАУ**

К 90-ЛЕТИЮ УЧЁНОГО: ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ И ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Родился Геннадий Иванович Казаков в селе Алтухово Кинель-Черкасского района Куйбышевской области 5 января 1936 года. С 1944 по 1954 год он – учащийся Тимашевской средней школы. После окончания Куйбышевского сельхозинститута (1961) и работы агрономом в 1966 году поступил в аспирантуру при кафедре земледелия. В 1969-м защитил кандидатскую диссертацию под руководством Д.И. Бурова. Вся дальнейшая деятельность Г.И. Казакова была связана с родным вузом, с 1975 по 2009 год он заведовал кафедрой «Земледелие».

Г.И. Казаков – автор нового направления в науке: **дифференцированное применение систем обработки почвы, сохраняющих её плодородие**. Он создал 7 стационарных опытных полей, по итогам работы которых защитил докторскую диссертацию «Дифференциация обработки чернозёмных почв в Среднем Заволжье» (1987).

Он не только заложил основы нового научного направления, но и активно внедрял свои разработки в практику. Неустанный труд, направленный на сохранение и приумножение плодородия почв, нашёл отражение в многочисленных публикациях, учебниках и методических рекомендациях. Под его руководством были подготовлены десятки кандидатов и докторов наук, продолживших развивать идеи выдающегося учёного, Заслуженного деятеля науки РСФСР, профессора Бурова Дмитрия Ильича. Значительная роль в развитии аграрной науки и практики принадлежит и ученикам Г.И. Казакова, чья деятельность, в свою очередь, способствовала упрочению авторитета основанной им школы земледелов.

Особое внимание Геннадий Иванович уделял подготовке молодых специалистов. Его лекции и семинары отличались глубиной изложения, ясностью мысли и умением вовлечь студентов в живой диалог. Он стремился не просто передать знания, но и воспитать у будущих агрономов чувство ответственности за землю, понимание её уникальности и необходимости бережного к ней отношения. Этот подход позволил сформировать целое поколение высококвалифицированных профессионалов, способных решать сложные задачи современного сельского хозяйства.

Научная деятельность Г.И. Казакова была отмечена многочисленными наградами и поощрениями. Он был удостоен звания «Заслуженный деятель науки РФ», неоднократно получал гранты на проведение исследований, а его монографии и статьи публиковались в ведущих научных журналах. При этом, по признанию коллег и учеников, самой большой наградой для него была возможность видеть реальные результаты своего труда – повышение урожайности, улучшение качества сельскохозяйственной продукции и оздоровление почв.

Творческий путь Геннадия Ивановича Казакова – это пример преданности науке, глубокой любви к земле и неустанного стремления к познанию. Его наследие продолжает жить и развиваться, вдохновляя новые поколения исследователей на поиск инновационных решений в области земледелия. Отмечая 90-летие со дня рождения этого незаурядного человека, мы отдаем дань уважения выдающемуся учёному, чьи труды обогатили отечественную и мировую аграрную науку.

ИЗВЕСТИЯ

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Научный журнал
Самарского государственного аграрного университета

Основан в 1923 году
Выходит 4 раза в год

ИЮЛЬ–СЕНТЯБРЬ

Специальный выпуск
«Агротехнологии и земледелие» (84), 2026

Самара
2026

BULLETIN

Samara State
Agricultural Academy

Scientific journal
Samara State Agrarian University

Founded in 1923
4 issues per year

JULY–SEPTEMBER

Special issue
“Agrotechnologies and Agriculture” (84), 2026

Samara
2026

Известия

Самарской государственной
сельскохозяйственной академии

Специальный выпуск
«Агротехнологии и земледелие» (84), 2026

УЧРЕДИТЕЛЬ и ИЗДАТЕЛЬ:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»

Главный редактор: В. В. Герасименко, д-р биол. наук, проф. (Самара, Россия)
Заместитель главного редактора: Н. М. Троц, д-р с.-х. наук, проф. (Самара, Россия)

Редакционный совет:

Н. А. Балакирев, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф. (Москва, Россия)
Г. А. Баталова, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф. (Киров, Россия)
Б. П. Боинчан, д-р с.-х. наук, проф. (Бэлць, Республика Молдова)
В. М. Лукомец, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф. (Краснодар, Россия)
С. А. Соловьёв, академик РАН, д-р техн. наук, проф. (Москва, Россия)
Б. Б. Траисов, академик КазНАЕН, д-р с.-х. наук, проф. (Уральск, Казахстан)
С. Н. Шевченко, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф. (Самара, Россия)
Ю. А. Юлдашбаев, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф. (Москва, Россия)

Редакционная коллегия:

Х. Б. Баймишев, д-р биол. наук, проф. (Самара, Россия)
В. А. Беляев, д-р ветеринар. наук, проф. (Ставрополь, Россия)
А. Т. Варакин, д-р с.-х. наук, проф. (Волгоград, Россия)
В. Г. Васин, д-р с.-х. наук, проф. (Самара, Россия)
Д. В. Виноградов, д-р биол. наук, проф. (Рязань, Россия)
Р. Р. Гадиев, д-р с.-х. наук, проф. (Уфа, Россия)
С. П. Еремин, д-р ветеринар. наук, проф. (Нижний Новгород, Россия)
И. Д. Еськов, д-р с.-х. наук, проф. (Саратов, Россия)
А. П. Иншаков, д-р техн. наук, проф. (Саранск, Россия)
В. Г. Каплин, д-р биол. наук, проф. (Санкт-Петербург, Россия)
С. В. Карамеев, д-р с.-х. наук, проф. (Самара, Россия)
В. В. Коновалов, д-р техн. наук, проф. (Пенза, Россия)
Н. П. Крючин, д-р техн. наук, проф. (Самара, Россия)
В. И. Курдюмов, д-р техн. наук, проф. (Ульяновск, Россия)
А. А. Курочкин, д-р техн. наук, проф. (Пенза, Россия)
П. Н. Мальчиков, д-р с.-х. наук, проф. (Самара, Россия)
В. Н. Никулин, д-р с.-х. наук, проф. (Оренбург, Россия)
А. В. Савинков, д-р ветеринар. наук, проф. (Самара, Россия)
М. С. Сеитов, д-р биол. наук, проф. (Оренбург, Россия)
А. П. Уханов, д-р техн. наук, проф. (Пенза, Россия)
А. В. Щур, д-р биол. наук, проф. (Могилев, Республика Беларусь)

Редакция журнала:

Ответственный редактор – Л. П. Федорова
Технический редактор, корректор – Н. Ю. Бабушкина

По решению ВАК журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Полнотекстовый доступ к статьям журнала осуществляется на портале научных журналов «ЭкоВектор» (<https://journals.eco-vector.com>), сайтах научных электронных библиотек eLibrary.ru (<http://elibrary.ru>) и КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru>)

Правила оформления научных статей для опубликования в журнале «Известия СГСА» размещены в Интернете (<https://ssaa.ru/ssaa/ibz/zhurnal-izvestiya-sgskha-oj>)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 23 мая 2019 года
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-75814

Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 84460
Цена свободная

Адрес редакции и издателя: 446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2
Тел.: 8 939 754 04 86 (доб. 608); E-mail: ssaariz@mail.ru
Отпечатано в типографии ООО «Слово»
Адрес типографии: 443070, Самарская область, г. Самара, ул. Песчаная, 1
Тел.: (846) 267-36-82; E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Подписано в печать 14.07.2026
Формат 60×84/8. Печ. л. 11,5
Тираж 100. Заказ № 2206
Дата выхода в свет 30.07.2026

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2026

Bulletin

Samara State
Agricultural Academy

Special issue
“Agrotechnologies and Agriculture” (84), 2026

ESTABLISHER and PUBLISHER:

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Samara State Agrarian University”

Editor-in-Chief: V. V. Gerasimenko, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Samara, Russia)
Deputy Chief Editor: N. M. Trots, Dr. of Ag. Sci., Prof. (Samara, Russia)

Editorial Council:

N. A. Balakirev, Academician RAS, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Moscow, Russia)
G. A. Batalova, Academician RAS, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Kirov, Russia)
B. P. Boinchan, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Belc', Moldova)
V. M. Lukomets, Academician RAS, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Krasnodar, Russia)
S. A. Solovyov, Academician RAS, Dr. of Tech. Sci., Prof. (Moscow, Russia)
B. B. Traisov, Academician KazNAEN, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Uralsk, Kazakhstan)
S. N. Shevchenko, Academician RAS, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Samara, Russia)
Yu. A. Yuldashbaev, Academician RAS, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Moscow, Russia)

Editorial Board:

Kh. B. Baimishev, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Samara, Russia)
V. A. Belyaev, Dr. of Vet. Sci., Prof. (Stavropol, Russia)
A. T. Varakin, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Volgograd, Russia)
V. G. Vasin, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Samara, Russia)
D. V. Vinogradov, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Ryazan, Russia)
R. R. Gadiev, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Ufa, Russia)
S. P. Eremin, Dr. of Vet. Sci., Prof. (Nizhny Novgorod, Russia)
I. D. Eskov, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Saratov, Russia)
A. P. Inshakov, Dr. of Tech. Sci., Prof. (Saratov, Russia)
V. G. Kaplin, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Saint Petersburg, Russia)
S. V. Karameev, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Samara, Russia)
V. V. Konovalov, Dr. of Tech. Sci., Prof. (Penza, Russia)
N. P. Kryuchin, Dr. of Tech. Sci., Prof. (Samara, Russia)
V. I. Kurdyumov, Dr. of Tech. Sci., Prof. (Ulyanovsk, Russia)
A. A. Kurochkin, Dr. of Tech. Sci., Prof. Professor (Penza, Russia)
P. N. Malchikov, Dr. of Agr. Sci., Prof. (Samara, Russia)
V. N. Nikulin, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Orenburg, Russia)
A. V. Savinkov, Dr. of Vet. Sci., Prof. (Samara, Russia)
M. S. Seitov, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Orenburg, Russia)
A. P. Ukanov, Dr. of Tech. Sci., Prof. (Penza, Russia)
A. V. SHCHur, Dr. of Biol. Sci., Prof. (Mogilev, Belarus)

Editorial staff:

Executive Editor – L. P. Fedorova
Technical editor, proofreader – N. Yu. Babushkina

The journal is included in the List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of sciences, for the degree of doctor of sciences should be published

The full-text electronic version of journal is hosted by the Eco-Vector Journals Portal (<https://journals.eco-vector.com>), and by the web-sites of scientific electronic libraries eLibrary.ru (<http://elibrary.ru>) and CyberLeninka (<http://cyberleninka.ru>)

Article submission guidelines of the journal “Bulletin of SAA” are available at (<https://ssaa.ru/ssaa/ibz/zhurnal-izvestiya-sgskha-oj>)

The journal is registered Supervision Federal Service of Telecom sphere, information technologies and mass communications (Roscomnadzor) May 23, 2019
The certificate of registration of the PI number FS77-75814

Subscription index in the United catalog “Press of Russia” – 84460
Price undefined

Editorial office, publisher: 446442, Samara Region, settlement Ust'-Kinel'skiy, Uchebnaya street, 2
Tel.: 8 939 754 04 86 (ext. 608); E-mail: ssaariz@mail.ru
Printed in Print House LLC “Slovo”
Address Print House: 443070, Samara Region, Samara, Peschanaya Street, 1
Tel.: (846) 267-36-82; E-mail: izdatkniga@yandex.ru

Signed in print 14.07.2026
Format 60×84/8. Printed sheets 11.5
Print run 100. Edition № 2206
Publishing date 30.07.2026

© FSBEI HE Samara SAU, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

<i>Каплин В. Г.</i> Исторические особенности и перспективы развития земледелия в Самарской области.....	5
<i>Бакаева Н. П.</i> Влияние способа обработки почвы на продуктивность ярового ячменя в длительном зернопропашном севообороте на черноземе типичном.....	11
<i>Троц Н. М., Горшкова О. В.</i> Сравнительная оценка углерод-депонирующего потенциала агроценозов зернобобовых культур при различных технологиях возделывания (на основе DNDC-моделирования).....	17
<i>Васин В. Г., Жумабек к Ч., Васина Н. В., Васин А. В.</i> Формирование запланированного урожая нута при применении удобрений и стимуляторов роста.....	23
<i>Киселева Л. В., Васин В. Г., Васина Н. В., Кожевникова О. П.</i> Влияние комплексных удобрений на продуктивность отечественных гибридов подсолнечника.....	30
<i>Усанова З. И., Павлов М. Н.</i> Влияние микроэлементов-неметаллов на рост, развитие, продуктивность кукурузы и качество урожая.....	37
<i>Салтыкова О. Л.</i> Сравнительный аспект совершенствования агротехнологий возделывания озимой пшеницы на черноземе типичном.....	44
<i>Васин В. Г., Васина Н. В., Кожевникова О. П., Макаренков Е. С., Нечаева Е. Х.</i> Приёмы формирования агрофитоценозов кукурузы на зерно.....	51
<i>Бокова А. А.</i> Влияние гипсового и доломитового мелиорантов на продуктивность зерновой кукурузы в Самарском Заволжье.....	59
<i>Фомин В. Н., Владимиров А. В., Хуснутдинов Р. Г.</i> Влияние уровня минерального питания и различных комбинаций листовых подкормок на фотосинтетическую деятельность агроценозов и урожайность кукурузы, возделываемой на силос в условиях Среднего Поволжья.....	67
<i>Сетин В. Н., Володина И. А., Нечаева Е. Х., Акутина С. Ю.</i> Рост и развитие якорцев стелющихся (<i>Tribulus terrestris</i> L.), в условиях Среднего Поволжья.....	74
<i>Ермакова Н. А., Нечаева Е. Х., Володина И. А.</i> Засоренность посевов сои в зависимости от систем защиты и питания растений в условиях орошения и богары.....	82

CONTENTS

AGRONOMY

<i>Kaplin V. G.</i> Historical Features and Prospects for the Development of Agriculture in the Samara Region.....	5
<i>Bakaeva N. P.</i> Influence of soil treatment method on the productivity of spring barley in a long-term grain-tillage crop rotation on typical chernozem.....	11
<i>Trots N. M., Gorshkova O. V.</i> Comparative assessment of the carbon-storage potential of grain-legum agroecosystem under various cultivation technologies (based on DNDC modeling).....	17
<i>Vasin V. G., Zhumabek K. Ch., Vasina N. V., Vasin, A. V.</i> Formation of a planned chickpea harvest with the use of fertilizers and growth stimulants.....	23
<i>Kiseleva L. V., Vasin V. G., Vasina N. V., Kozhevnikova O. P.</i> The influence of the complex fertilizers on domestic sunflower hybrids productivity.....	30
<i>Usanova Z. I., Pavlov M. N.</i> The influence of non-metal microelements on growth, development, corn productivity and harvest quality.....	37
<i>Saltykova O. L.</i> Comparative aspect of improving agrotechnologies for cultivating winter wheat on typical black soil.....	44
<i>Vasin V. G., Vasina N. V., Kozhevnikova O. P., Makarenkov E. S., Nechaeva E. Kh.</i> The methods of maize agroecosystems formation for grain.....	51
<i>Bokova A. A.</i> Influence of gypsum and dolomite soil reclamation on the productivity of grain corn in the Samara Trans-Volga region.....	59
<i>Fomin V. N., Vladimirov A. V., Khusnutdinov R. G.</i> The effect of the level of mineral nutrition and various combinations of leaf fertilizers on the photosynthetic activity of agroecosystems and the yield of corn cultivated for silage in the Middle Volga Region.....	67
<i>Setin V. N., Volodina I. A., Nechaeva E. Kh., Akutina S. Yu.</i> Growth and development of creeping anchors (<i>Tribulus terrestris</i> L.), in the conditions of the Middle Volga Region	74
<i>Ermakova N. A., Nechaeva E. Kh., Volodina I. A.</i> Weed infestation of soybean crops depending on plant protection and nutrition systems under irrigation and rainfed conditions.....	82

Научно-аналитическая статья

УДК 631:633:632:631.51:470 631.58:631.8:551.5:(470.43)

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-5-10>

ИСТОРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Г. Каплин

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия.

Резюме. По климатическим и агроэкологическим условиям большая часть территории Самарской области с преобладанием равнинных, открытых лесостепных и степных ландшафтов с черноземными почвами благоприятна для возделывания полевых культур, что способствовало широкому развитию земледелия и освоению сельскохозяйственных земель, открытию в области сельскохозяйственного вуза в 2019 г. в поселке Усть-Кинельский, где одной из первых была открыта кафедра земледелия и проводится подготовка высокоспециализированных кадров агрономического направления. Первым заведующим кафедрой частного земледелия после ее открытия был Болдырев Сергей Николаевич, бывший директор Самарского среднего сельскохозяйственного училища. С 1945 до 1975 г. кафедрой земледелия заведовал профессор Дмитрий Ильич Буров, а с 1975 до 2009 г. – его ученик и продолжатель развития земледелия Геннадий Иванович Казаков, под руководством которого была разработана и получила широкое распространение адаптивно-ландшафтная, рациональная для условий Среднего Поволжья система земледелия, включающая системы обработки почвы, внесения удобрений, севооборотов, с применением в них чистого, занятого и сидерального паров с оптимальным чередованием культур, посева, ухода и уборки урожая, защиту посевов от сорняков, болезней и вредителей. Дифференциации обработки черноземных почв в Среднем Поволжье была посвящена докторская диссертация Г. И. Казакова. Их исследования послужили основой для разработки и внедрения беспестицидных технологий возделывания полевых культур, а в настоящее время с целью экономии и экологии получения эколого-безопасной продукции растениеводства способствовала развитию нового этапа развития и внедрения точного (координатного) земледелия.

Ключевые слова: агрономическое образование, обработка почвы, внесение удобрений, севообороты, природные и погодные условия, беспестицидные технологии, точное (координатное) земледелие

Для цитирования: Каплин В. Г. Исторические особенности и перспективы развития земледелия в Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 5-10. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-5-10](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-5-10)

Research article

HISTORICAL FEATURES AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN THE SAMARA REGION

V. G. Kaplin

All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Pushkin, Russia.

Abstract. According to the climatic and agroecological conditions, most of the Samara Region's territory, with its predominance of flat, open forest-steppe and steppe landscapes with chernozem soils, is favorable for the cultivation of the field crops, which has contributed to the widespread development of agriculture and the exploitation of agricultural lands. In 2019, an agricultural university was established in the village of Ust-Kinelsky, where the Department of Agriculture was one of the first to be established, and highly specialized agronomic personnel are trained. The first head of the Department of Private Farming after its opening was Sergey Nikolaevich Boldyrev, the former director of the Samara Secondary Agricultural School. From 1945 to 1975, the Department of Agriculture was headed by Professor Dmitry Ilyich Burov, and from 1975 to 2009 by his student and follower of agricultural development Gennady Ivanovich Kazakov, under whose leadership an adaptive landscape, rational for the conditions of the Middle Volga region farming system was developed and widely used, including tillage systems, fertilizers, crop rotations, using clean, busy and sideral vapors with optimal alternation of crops, sowing, care and harvesting, protecting crops from weeds, diseases and pests. G. I. Kazakov's doctoral dissertation was devoted to the differentiation of chernozem soils cultivation in the Middle Volga region. Their research served as the basis for the development and implementation of pesticide-free technologies for cultivating field crops, and currently, in order to save money and protect the environment, it has contributed to the development of a new stage in development and the introduction of precision (coordinate) agriculture.

Keywords: agronomic education, soil cultivation, fertilizer application, crop rotation, natural and weather conditions, pesticide-free technologies, precision (coordinate) farming

For citation: Kaplin, V. G. (2026). Historical Features and Prospects for the Development of Agriculture in the Samara Region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 5-10. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-5-10](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-5-10) (in Russian).

Природные условия и расположение области

Самарская обл., площадью 53,6 тыс. кв. км, расположена в юго-восточной части Восточно-Европейской равнины, в среднем течении р. Волги, простирается с юга на север на 335 км, от 51°47' до 54°41' с. ш. и с запада на восток на 315 км от 47°55' до 52°35' в. д. Отличается равнинным рельефом, высотой от 28 м до 317 м, в среднем около 136 м над ур. м. Правобережье занимает Приволжская возвышенность, северо-восточную часть области – Высокое Заволжье, левобережье – Низменное Заволжье и ее южную часть – Сыртовое Заволжье.

Климат области умеренно-континентальный, формируется под влиянием ее материкового расположения вдали от побережий морей и океанов, преобладанием влияния западного переноса воздушных масс со стороны Атлантического океана, в меньшей степени северного, южного и восточного переносов, оказывающих влияние на значительную неустойчивость климатических и метеорологических условий.

С севера на юг области под влиянием соотношений тепла и влаги происходит смена природно-ландшафтных зон: лесостепной, переходной от лесостепной к степной, степной и сухостепной с преобладанием в них соответственно типичных и выщелоченных, обыкновенных, обыкновенных и южных черноземов, а также южных черноземов и каштановых почв, благоприятных для возделывания полевых культур. Среди них в области наибольшие площади занимают озимая и яровая пшеница, яровой ячмень, общей площадью их посевов около 253,5 тыс. га, урожайность которых зависит прежде всего от плодородия почв, содержания в них азота и почвенного увлажнения, обусловленного режимом выпадения осадков. На долю площадей посевов озимой пшеницы приходится около 46,7, яровой пшеницы – 26,2 и ярового ячменя – 27,1 %. Развитие озимой пшеницы в значительной мере зависит от осенних и весенне-раннелетних, яровой пшеницы и ярового ячменя – весенне-летних гидро-термических условий. В посевах яровой пшеницы наибольшее влияние на ее развитие и урожайность оказывают осадки в апреле-июне. В большинстве районов области количество лет с неблагоприятным количеством осадков и снижением урожайности в богарных условиях составляет 4-15 %. По климатическим и агроэкологическим условиям большая часть территории Самарской области благоприятна для возделывания полевых культур, что способствовало широкому развитию земледелия и освоению сельскохозяйственных земель, открытию в области сельскохозяйственного института, где проводилась подготовка высокоспециализированных кадров агрономического направления.

Исторические особенности становления агрономического образования и развития земледелия

Куйбышевский сельскохозяйственный институт был создан в составе Самарского университета в 1919 г., первым факультетом которого был агрономический. Основой для образования и становления сельскохозяйственного института в Самарской области послужило старейшее научное учреждение, Безенчукская опытная станция, созданная летом 1903 г., по инициативе и при поддержке ученого-агронома Главного управления удельных земель Ивана Николаевича Клингена с целью оказания агрономической помощи крестьянам-арендаторам степного Поволжья, существующая и в настоящее время. Особую роль в становлении и развитии станции сыграл выдающийся ученый Николай Максимович Тулайков. Однако, ведущее значение в открытии сельскохозяйственного вуза имело специализированное учебное заведение аграрного профиля – Самарское среднее сельскохозяйственное училище, открытое в 1900 г. и начавшее подготовку специалистов агрономов в построенном учебном комплексе в 1903 г. в поселке Усть-Кинельский, где и в настоящее время функционирует Самарский государственный аграрный университет. 10 ноября 1920 г. Главпрофобр постановляет: «Утвердить агрономический факультет при Самарском университете в качестве высшего учебного заведения», которое с 1919 до 1935 г. называлось Самарским, с 1935 до 1991 г. Куйбышевским сельскохозяйственным институтом, с 1992 г. – Самарской государственной сельскохозяйственной академией, статус которой 9 января 2019 г. был повышен до Самарского государственного аграрного университета (СГАУ). Осенью 1920 г. одной из первых в нем была создана кафедра частного земледелия. В тяжелые годы гражданской войны из 9 самарских вузов в 1926 г. остается один – сельскохозяйственный. Первым заведующим кафедрой частного земледелия после ее открытия был Болдырев Сергей Николаевич, бывший директор Самарского среднего сельскохозяйственного училища. В 1925–1930 годах профессор кафедры общего земледелия Самарского СХИ Квасников Василий Васильевич, выпускник естественного отделения физико-математического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (1912) и Московского СХИ (1914) в звании ученого-агронома, одним из первых внес значительный вклад в изучение влияния структуры почвы на ее физические, химические и биологические свойства [1], разработал и опубликовал практический курс полеводства (для Среднего Поволжья) [2]. В 1930 г. Самарский СХИ окончил также известный основоположник почвозащитной системы земледелия по замене вспашки плоскорезной обработкой почвы при освоении целинных земель и их защиты от ветровой эрозии,

Бараев Александр Иванович. В 1933 г. из состава института была выделена Кинельская Государственная селекционная станция, также расположенная в поселке Усть-Кинельский, с 1993 г. – Поволжский научно-исследовательский институт селекции и -семеноводства, носящий имя её основателя, академика П. Н. Константинова, где получено 67 новых сортов мягкой озимой и яровой пшеницы, ячменя, просо, кукурузы, сорго, бобовых, злаковых и силосных трав, масличных культур, включенных в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, с комплексной устойчивостью к неблагоприятным условиям, болезням и вредителям. Почвозащитная система земледелия А. И. Бараева широко применялась в степной и лесостепной зонах в Западной Сибири, Зауралье, Алтайском крае, Поволжье, Казахстане, на Украине.

Более трех десятилетий, с 1945 по 1975 годы, кафедрой земледелия заведовал видный ученый, заслуженный деятель науки РСФСР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Дмитрий Ильич Буров, который внес значительный вклад в развитие теории и практики почвозащитного земледелия страны. Одним из учеников Д. И. Букова был его продолжатель Геннадий Иванович Казаков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведовавший кафедрой земледелия с 1975 г. до 2009 г., продолжавший развитие Самарской школы земледелия, известной за пределами Поволжья.

При разработке систем земледелия большое значение имеет региональный подход в связи с большими различиями в почвенных, климатических, погодных и других условиях, определяющих развитие сельскохозяйственных культур преимущественно в неорошаемом земледелии, разработка и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия в каждом хозяйстве с учетом конкретных местных условий.

Один из основных элементов системы земледелия – обработка почвы, адекватная местным природным условиям и возделываемым культурам в севооборотах. В современных агротехнологиях она занимает ведущее место по действию на изменение плодородия почвы, окружающую среду и является самой затратной при выращивании растений. Кафедра земледелия Самарской ГСХА под руководством Г. И. Казакова занималась разработкой и изучением наиболее рациональной, экономически выгодной, ресурсосберегающей и экологически безопасной эколого-ландшафтной системы земледелия для природных и агроэкологических условий Самарской области, расположенной в Среднем Поволжье, в частности, систем обработки почвы, удобрений, севооборотов, предшественников в посевах полевых культур, исходя из их сортовых, биологических и экологических особенностей, сроков посева, норм высева, развития, увлажнения почв, сезонной динамики и количества выпадающих осадков, уборки культур, биоты и биологической активности почвы, их взаимоотношений с сорняками, возбудителями болезней, вредителями, урожайности культур и качества их урожая. Под руководством Д. И. Букова и Г. И. Казакова исследовано влияние на развитие агроценозов и урожайность культур севооборотов с применением в них чистого, занятого и сидерального паров с оптимальным чередованием культур, систем обработки почвы (нулевой, поверхностной, отвальной и др.), удобрений, результаты которых были опубликованы в статьях, сборниках, монографиях, учебных пособиях [3-11].

Современные направления и перспективы развития земледелия

Беспестицидные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В настоящее время все большее развитие и распространение принимают беспестицидные технологии возделывания сельскохозяйственных культур без широкого применения обладающих токсичностью химических средств защиты растений против сорняков (гербицидов), возбудителей болезней (фунгицидов) и вредителей (инсектицидов), которые делятся на четыре класса опасности: чрезвычайно; высоко; умеренно и малоопасные; по воздействию на растения: контактные и системные, проникающие в клетки и в проводящую систему растений. Срок ожидания при их применении – это период после применения пестицида до употребления в пищу продукции обработанных им посевов и посадок, подлежащей обязательной проверке на содержание в ней токсических веществ. Срок ожидания для малотоксичных препаратов составляет от 2 до 20 дней, токсичных – от одного до двух месяцев. Стойкость чрезвычайно опасных препаратов в почве составляет более года, высоко опасных – 6-12 месяцев.

В агроценозах полевых злаковых культур сплошного посева вредоносность сорняков зависит от их конкурентных отношений с культурой, в значительной мере связанных со сроками развития сорняков и культуры, а также от продуктивной кустистости культуры, наиболее низкой у яровой пшеницы в условиях лесостепи и степи. В лесостепной и степной зонах увеличению продуктивной кустистости яровой пшеницы способствует ее ранний и подзимний посев в ноябре. При сравнительно высокой кустистости растений и оптимальной густоте стояния стеблей (500-600 экз./м²) яровая пшеница способна подавлять развитие однолетних и многолетних сорняков.

В посевах зерновых злаковых культур применение инсектицидов против вредителей приводит к уничтожению как вредителей, так и полезных хищников и паразитов этих вредителей. После обработки при отсутствии энтомофагов происходит наиболее быстрое восстановление популяций именно вредителей-фитофагов, и наблюдается вспышка их численности и вредоносности, что вызывает необходимость очередного применения против

них инсектицидов. Без применения инсектицидов численность паразитов и хищников вредителя восстанавливается, а численность вредителя снижается и поддерживается ниже его экономического порога вредоносности. В лесостепи Самарской области яйцевые паразиты рода *Trissolcus* и паразиты имаго – мухи-фазии сдерживают численность клопов-черепашек на уровне ниже 1 экз./м². В фазу молочной спелости личинки и имаго хищного трипса *Aeolothrips intermedius* существенно снижают численность личинок пшеничного трипса (*Haplothrips tritici*). В посевах яровой пшеницы имаго и личинки изменчивой божьей коровки (*Hippodamia variegata*) к фазе молочной спелости практически полностью подавляют развитие открытоживущих злаковых тлей. При возделывании пшеницы по минимальным и нулевым технологиям резко снижается численность и вредоносность стеблевого хлебного пилильщика (*Cephus pygmaeus*) в связи с уменьшением диаметра стеблей, в которых происходит развитие его личинок. При раннем и подзимнем севе яровой пшеницы снижается поврежденность ее всходов полосатой хлебной блошкой (*Phyllotreta vittula* Redt.). Против мучнистой росы и других облигатных возбудителей болезней все больше применяются малотоксичные биопрепараты (биофунгициды).

Развитие и внедрение точного (координатного) земледелия. Принцип работы системы точного земледелия основан на пространственной неоднородности участков в пределах полей. Наиболее перспективно и экономически выгодно ее применение в условиях открытых ландшафтов лесостепной и степной зон с равнинным рельефом при возделывании полевых злаковых и технических культур, в частности, пшеницы, ячменя, овса сплошного посева на полях значительных размеров. В настоящее время элементы точного земледелия сравнительно широко используются во многих хозяйствах в Краснодарском крае, Воронежской, Волгоградской, Омской, Новосибирской областях, Башкортостане [12]. Перспективно развитие точного земледелия и в Самарской области, где с элементами точного земледелия обрабатывается около 700 тыс. га земель.

Выполнение задач точного земледелия основано прежде всего на использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), выполняющих аэрофотосъемку полей на низкой высоте. Полученные с них снимки имеют высокое разрешение и могут использоваться для более точного анализа состояния растений и почвы. К основному элементу точного земледелия, связанного с пространственной неоднородностью условий возделывания сельскохозяйственных культур, относится оцифровка полей, необходимая для анализа полученных данных, составления цифровых карт и применения дифференцированных приемов возделывания культур, мониторинга состояния их посевов, связанных с пространственной неоднородностью условий возделывания. К важному методу дистанционного зондирования посевов относится также аэрокосмическое зондирование, основанное на использовании аэрокосмических снимков. Результаты исследований инновационных технологий координатного (точного) земледелия в сельском хозяйстве Самарской области по обработке почвы, посеву, возделыванию и уборке культур были получены специалистами инженерного факультета Самарской ГСХА и опубликованы в 2016 г. [13].

Применение дистанционных методов мониторинга засоренности, обеспеченности листьев азотом и продуктивности посевов озимой тритикале проводилось в окрестности поселка Усть-Кинельский 6-8 июня 2019 г. в фазу колошения и включало предшествующие аэрофотосъемке наземные учеты состояния культурных растений; состава, численности и распределения доминирующих сорняков, выявление их микрогруппировок и особенностей горизонтальной структуры посева с установкой маркеров для определения их координат; мультиспектральная аэрофотосъемка посева с беспилотного летательного аппарата (БПЛА); обработка полученных аэрофотоснимков с применением индексов NDRE и NDVI и их дешифрирование по цветовой гамме снимка и наземным маркерам с выявлением границ микрогруппировок по состоянию культуры и засоренности посева, составление координатной картосхемы их распределения; внесение азотных удобрений в виде подкормок и применение необходимых гербицидов в период вегетации культуры на основе полученных картосхем методами точного земледелия [14].

В целях распознавания засоренности посевов и содержания азота в листьях растений наилучшие результаты дают аэрофотоснимки, обработанные с применением индекса NDRE, где микрогруппировки посева с нормальным содержанием хлорофилла и азота в листьях имеют значения NDRE 0,45-0,60, с умеренным недостатком азота и пониженной концентрацией хлорофилла в листьях – 0,35-0,45; с повышенным недостатком азота – 0,25-0,35; с высокой численностью сорняков – 0,075-0,25. Измерения спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) отраженного излучения листьев культуры и доминирующих видов сорных растений полевым спектрорадиометром PSR-1100 в диапазоне длин волн 320-1100 нм были сходными с наименьшими значениями СПЭЯ во всех частях спектров у тритикале, более высокими у двудольных сорняков, имевших на снимке NDVI ярко-зеленую окраску. Азотные удобрения в посевах тритикале применяют осенью под основную обработку (15-20 % полной нормы азота) и в весенне-летний период вегетации культуры в виде трех подкормок: рано весной в фазу кущения (20-30 %), в конце весны в начале выхода растений в трубку (до 50-60 %) и в первой половине лета в фазы начала колошения и налива зерна (5-10 %).

Перед проведением всех подкормок с целью пространственной оценки обеспеченности листьев растений азотом и засоренности посевов целесообразна аэрофотосъемка посевов с БПЛА с применением индекса NDRE при обработке аэроснимков. При необходимости гербициды применяются после первой и второй аэрофотосъемок

в фазы кущения и начала трубкования. Картосхемы засоренности посевов по результатам их третьей аэрофото- съемки в фазы колошения и налива зерна используются для оценки потерь урожайности зерна от сорняков.

Заключение. Первым сельскохозяйственным учебным заведением в Самарской области было Самар- ское среднее сельскохозяйственное училище, открытое в 1900 г. и начавшее подготовку специалистов-агрономов в построенном учебном комплексе в 1903 г. в поселке Усть-Кинельский, получившем в 1919 г. статус высшего учебного заведения, Самарского сельскохозяйственного института с агрономическим факультетом, в 1935 г. пе- реименованного в Куйбышевский, в 1992 г. – в Самарскую государственную сельскохозяйственную академию, а в 2019 г. получившего статус Самарского государственного аграрного университета (СГАУ). Осенью 1920 г. одной из первых в нем была создана кафедра частного земледелия. С 1945 по 1975 годы, кафедрой земледелия заве- довал видный ученый, заслуженный деятель науки РСФСР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Дмит- рий Ильич Буров, а с 1975 г. до 2009 г. – его ученик и продолжатель, доктор сельскохозяйственных наук, профес- сор, заслуженный деятель науки РФ Геннадий Иванович Казаков. Кафедра земледелия Самарской ГСХА под ру- ководством Г. И. Казакова занималась разработкой и изучением наиболее рациональной, экономически выгодной, ресурсосберегающей и экологически безопасной эколого-ландшафтной системы земледелия в Самарской обла- сти, в частности, систем обработки почвы, удобрений, севооборотов, предшественников в посевах полевых куль- тур, исходя из их сортовых, биологических и экологических особенностей, сроков посева, норм высева, развития, увлажнения почв, сезонной динамики и количества выпадающих осадков, уборки культур, биоты и биологической активности почвы, их взаимоотношений с сорняками, возбудителями болезней, вредителями, урожайности куль- тур и качества их урожая. Разработанная Г. И. Казаковым система полевого земледелия послужила основой для развития и внедрения беспестицидных технологий и точного (координатного) земледелия в лесостепи и степи Самарской области.

Список источников

1. Квасников В. В. Влияние структуры почвы на ее физические, химические и биологические свойства / Самарский СХИ. Самара, 1927. 43 с.
2. Квасников В. В. Практический курс полеводства. (для Среднего Поволжья). Самара, 1930. 111 с.
3. Буров Д. И. Методическое пособие по агротехническому бракеражу и составлению карты засоренности полей. Куйбышев, 1959. 41 с.
4. Казаков Г. И. Дифференциация обработки черноземных почв в Среднем Поволжье. Куйбышев : Кн. изд-во, 1990. 171 с.
5. Казаков Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье. Самара: СамВен, 1997. 196 с.
6. Казаков Г. И. Рекомендации по применению дифференцированной обработки черноземных почв в Среднем За- волжье. Куйбышев: Кн. изд-во, 1989. 32 с.
7. Казаков Г. И., Авраменко Р. В. Севообороты Среднего Поволжья. Кинель, 1991. 45 с.
8. Казаков Г. И., Милюткин В. А. Системы земледелия и агротехнологии возделывания полевых культур в Среднем Поволжье. Самара: РИЦ СГСХА, 2010. 261 с. ISBN: 978-5-88575-269-5 EDN: [QLBZCT](#)
9. Бараев А. И. Яровая пшеница. М.: Колос, 1978. 429 с.
10. Подсочая О. И. Влияние севооборотов и систем обработки почвы на засоренность сельскохозяйственных куль- тур в лесостепи Заволжья: автореф. дис.... канд. сельскохозяйств. наук: 06.01.01. Кинель, 1994. 23 с. EDN: [ZLIDQL](#)
11. Подсочая О. И., Казаков Г. И., Раскин М. С., Никитин М. В. Сорные растения и борьба с ними в Самарской обла- сти. Самара: Самарская ГСХА, 2005. 128 с. EDN: [TYJZQL](#)
12. Алхименко Е. В., Бобровский А. В., Богатиков В. А. и др. Яровая пшеница. Современные технологии возделывания в Красноярском крае: научно-практические рекомендации. Красноярск, 2021. 150 с. EDN: [BOBKGY](#)
13. Машков С. В., Прокопенко В. А., Фатхутдинов М. Р., Крючин П. В., Кузнецов М. А. Использование инновационных технологий координатного (точного) земледелия в сельском хозяйстве Самарской области. Самара: РИЦ СГСХА, 2016. 200 с. ISBN: 978-5-88575-442-2 EDN: [XVOYEN](#)
14. Каплин В. Г., Чичкова Е. Ф., Грядунов Д. А., Кочин Д. А. Дистанционные методы мониторинга продуктивности посевов озимой тритикале в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Московского Университета. Серия 5. География. 2022. № 2. С. 61-72. EDN: [WVRPFF](#)

References

1. Kvasnikov, V. V. (1927). Influence of soil structure on its physical, chemical and biological properties. Samara Agricultural Institute. Samara, 43. (in Russian).
2. Kvasnikov, V. V. (1930). Practical course of field farming. (for the Middle Volga region). Samara, 111. (in Russian).
3. Burov, D. I. Methodological Guide on Agrotechnical Inspection and Mapping of Field Weeding. Kuibyshev, 1959. 41 p. (in Russian).
4. Kazakov, G. I. (1990). Differentiation of the treatment of chernozem soils in the Middle Volga region. Kuibyshev : Knizhnoye izdatelstvo, 171. (in Russian).
5. Kazakov, G. I. (1997). Soil Tillage in the Middle Volga Region. Samara: SamVen, 196. (in Russian).

6. Kazakov, G. I. (1989). Recommendations for the Application of Differentiated Tillage of Chernozem Soils in the Middle Zavolzhye. Kuibyshev: Knizhnoye izdatelstvo, 32. (in Russian).
7. Kazakov, G. I. & Avramenko, R. V. (1991). Crop Rotations in the Middle Volga Region. Kinel, 45. (in Russian).
8. Kazakov, G. I. & Milyutkin, V. A. (2010). Farming Systems and Agricultural Technologies for Cultivating Field Crops in the Middle Volga Region. Samara: RIC of the Samara State Agricultural Academy, 261 ISBN: 978-5-88575-269-5 EDN: [QLBZCT](#) (in Russian).
9. Baraev, A. I. (1978). Spring Wheat. Moscow: Kolos, 429. (in Russian).
10. Podskochaya, O. I. (1994). The influence of crop rotations and tillage systems on the contamination of agricultural crops in the forest-steppe of the Trans-Volga region: abstract of the dissertation...candidate of Agricultural Sciences: 06.01.01. Kinel, 23 EDN: [ZLIDQL](#) (in Russian).
11. Podskochaya, O. I., Kazakov, G. I., Raskin, M. S. & Nikitin, M. V. (2005). Weeds and Control of Weeds in the Samara Region. Samara: Samara State Agricultural Academy, 128. EDN: [TYJZQL](#) (in Russian).
12. Alkhimenko E. V., Bobrovsky A. V., Bogatkov V. A. & et al. (2021). Spring Wheat. Modern Cultivation Technologies in the Krasnoyarsk Region: Scientific and Practical Recommendations. Krasnoyarsk, 150. EDN: [BOBKGY](#) (in Russian).
13. Mashkov S. V., Prokopenko V. A., Fatkhutdinov M. R., Kryuchin P. V. & Kuznetsov M. A. (2016). Use of Innovative Technologies of Coordinate (Precise) Farming in Agriculture of the Samara Region. Samara: RIC SSAU, 200. ISBN 978-5-88575-442-2. (in Russian).
14. Kaplin V. G., Chichkova E. F., Gryadunov D. A. & Kochin D. A. (2022). Remote Methods of Monitoring the Productivity of Winter Triticale Crops in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga Region // Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography. No. 2: 61-72. EDN: [WVRPFF](#) (in Russian).

Информация об авторе:

Владимир Григорьевич Каплин, доктор биологических наук, профессор

ID: <https://orcid.org/0000-0002-3414-6759>; e-mail: ctenolepisma@mail.ru

Information about the author:

Vladimir G. Kaplin, Doctor of Biological Sciences, Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-3414-6759>; e-mail: ctenolepisma@mail.ru

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 9.03.2026; одобрена после рецензирования 3.04.2026; принята к публикации 30.06.2026.

The article was submitted 9.03.2026; approved after reviewing 3.04.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 631.1:631.16:631.421.1:633.11

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-11-16>

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ДЛИТЕЛЬНОМ ЗЕРНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ

Н. П. Бакаева

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме: Представлены результаты изучения влияния способов обработки почвы на урожайность ярового ячменя в зернопропашном севообороте на черноземе типичном. Изучение проводилось в 2020-2025 гг. при полной ротации пятипольного зернопропашного севооборота, где ячмень был замыкающей культурой. Все сельскохозяйственные годы отличались по метеоусловиям. При среднемноголетнем значении гидротермического коэффициента за май-июль 0,73, ГТК за 2020 год был сухим – 0,49, а 2021, 2023, 2024 года – зоной сухого земледелия ГТК = 0,53...0,63, год 2022 – засушливой зоной ГТК = 0,92, 2025 год – обеспеченного увлажнения ГТК = 1,11. За полную ротацию зернопропашного севооборота показатель урожайности ярового ячменя, различался по годам и зависел от применяемого способа обработки почвы. Результаты, полученные по вспашке, имели наибольшие значения, в среднем 24,8 ц/га, меньшие показатели были по мелкой обработке на 11,7% и без осенней обработки на 23%. В среднем за период изучения уровень эффективности севооборота оказался равным 77,6...93,1% и зависел от метеоусловия сельскохозяйственного года и способа обработки почвы. Каждый способ обработки почвы характеризуется особенностями, и нужно признать, что в настоящее время требуется минимизация затрат на производство продукции сельского хозяйства, но полученные результаты свидетельствуют, что необходимо дальнейшее изучение и обсуждение данного вопроса. Усредненный показатель содержания белка в наибольшем значении был получен в 2025 году 12,5% и наименьший – в 2024 году 11,9%. Средние показатели содержания белка по обработкам почвы имели приблизительно равные значения как по вспашке, так и по мелкой обработке – 12,5%, без обработки почвы результат получен ниже – 11,6%.

Ключевые слова: зернопропашной севооборот, ячмень яровой, обработка почвы, урожайность, белок, Кхоз.севооборота

Для цитирования: Бакаева Н. П. Влияние способа обработки почвы на продуктивность ярового ячменя в длительном зернопропашном севообороте на черноземе типичном // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 11-16. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-11-16)

Original article

INFLUENCE OF SOIL TREATMENT METHOD ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY IN A LONG-TERM GRAIN-TILLAGE CROP ROTATION ON TYPICAL CHERNOZEM

N. P. Bakaeva

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of the influence of soil cultivation methods on the yield of spring barley in a grain-row crop rotation on typical chernozem. The study was conducted in 2020-2025 with a full rotation of a five-field grain-row crop rotation, where barley was the closing crop. All agricultural years differed in meteorological conditions. With an average long-term value of the hydrothermal coefficient for May-July of 0.73, the HTC for 2020 was dry – 0.49, and 2021, 2023, 2024 were in the dry farming zone HTC = 0.53 ... 0.63, 2022 – an arid zone HTC = 0.92, 2025 – provided moisture HTC = 1.11. During a full grain-row crop rotation, spring barley yields varied by year and depended on the tillage method used. The highest yields were obtained with plowing, averaging 24.8 c/ha. Lower yields were obtained with shallow tillage (11.7%) and without autumn tillage (23%). On average, crop rotation efficiency over the study period ranged from 77.6% to 93.1%, depending on the weather conditions of the agricultural year and the tillage method. Each tillage method has its own characteristics, and it must be acknowledged that minimizing agricultural production costs is currently required. However, the obtained results indicate that further study and discussion are necessary. The highest average protein content was obtained in 2025 (12.5%) and the lowest (11.9%) in 2024. The average protein content values for soil treatments were approximately equal for both plowing and shallow tillage – 12.5%; without tillage, the result was lower – 11.6%.

Keywords: grain-and-tillage crop rotation, spring barley, soil cultivation, yield, protein, Khoz. crop rotation

For citation: Bakaeva, N. P. Influence of soil treatment method on the productivity of spring barley in a long-term grain-tillage crop rotation on typical chernozem. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". С. 11-16. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-11-16](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-11-16) (in Russian).

Введение. Для производства зерна с высокими технологическими и питательными качествами важнейшим фактором повышения эффективности и конкурентоспособности аграрного сектора экономики становятся оптимальное использование климатических, почвенных, биологических и иных факторов. Увеличение сельскохозяйственного производства возможно в регионах, характеризующихся естественным плодородием почв и обеспечением условий для возделывания сельскохозяйственных культур. Ячмень – важная культура в полевом севообороте, занимающая до 20% зерновых посевов [1]. Биологические свойства делают его основной зернофуражной культурой, в приготовлении кормов для животноводства и птицеводства [2]. Ячмень, размещенный замыкающей культурой в севообороте, оказывается на участках с высокой засоренностью и сниженным плодородием почвы, но при этом обеспечивает стабильную урожайность [3, 4]. Высокая продуктивность ячменя объясняется тем, что у него хорошо развита корневая система, он обладает интенсивным ростом и конкурентным преимуществом за счет широкой листовой поверхности, что минимизирует негативное воздействие сорной растительности [5]. Отличается высокой пластичностью, в засушливые периоды растения замедляют рост, а после быстро отрастают. Преимуществом является высокое содержание питательных веществ в соломе, что обуславливает ее использование как дополнительного источника кормов или удобрений [6, 7]. Однако, влияние способа обработки почвы и удобрений на формирование урожая ячменя, особенно на черноземных почвах, остается недостаточно исследованным.

Цель исследований. Изучить влияние различных способов обработки почвы на урожайность и качество зерна ярового ячменя в длительном зернопропашном севообороте на черноземе типичном.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в 2020-2025 годах на опытном поле, расположенном на территории землепользования бывшего учебного хозяйства Самарского ГАУ, которое находится в центральной зоне Самарской области [8].

В целом, Самарская область относится к зоне рискованного земледелия, так как урожай напрямую зависит от количества осадков. Десятилетнее среднеегодовое значение гидротермического коэффициента за май-июль оказалось равным 0,73. ГТК за период изучения отличался от этого значения. Так, 2020 год был сухим, гидротермический коэффициент за май-июль оказался равным 0,49, а 2021, 2023, 2024 года – зоной сухого земледелия ГТК = 0,53...0,63, год 2022 – засушливой зоной ГТК = 0,92, 2025 год – обеспеченного увлажнения ГТК = 1,11. Также отмечались, атмосферные засухи и суховеи средней интенсивности, которые наблюдаются ежегодно, интенсивные 9 лет из 10, очень интенсивные 4-6 лет из 10 [5].

Почвы в зоне в основном выщелоченные, обыкновенные и типичные черноземы среднегумусные средне-мощные тяжелосуглинистые. Эта почва по своим физико-химическим и водным свойствам в полной мере отвечает требованиям успешного возделывания ведущих полевых культур [6]. В пятипольном зернопаровом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – зернобобовые культуры – яровая пшеница мягкая – ячмень яровой, изучали влияние систем основной обработки почвы на урожайность и качественные показатели зерна за полную ротацию.

В годы исследований схема опыта включала следующие варианты основной обработки почвы в севообороте: вспашка – отвальная разнотракторная, обработка почвы состоит из лущения на 6-8 см вслед за уборкой предшественников и вспашки на 20-22 см под пар и все культуры севооборота при появлении сорняков; мелкая обработка почвы: состояла из лущения почвы на 6-8 см вслед за уборкой предшественника и безотвального рыхления на 10-12 см под зерновые колосовые культуры и пар при появлении сорняков; вариант без механической обработки: осенняя обработка почвы не проводилась, после уборки предшественников применялся гербицид сплошного действия «Торнадо» дозе 3 л/га [7].

В опытах высевали протравленные семена районированного сорта ярового ячменя Беркут [6].

В аналитических исследованиях показателей применялись Гостовские методы.

Уборку проводили селекционным комбайном «TERRION» в фазу полной спелости зерна. Перед уборкой проводили отбор снопов с делянок площадью 0,25 м². Урожай приводили к 100% чистоте и к 14% влажности [5]. Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [7].

Результаты исследований влияния различных способов обработки почвы на урожайность и качество зерна ярового ячменя представлены в таблице 1.

Сельскохозяйственный 2020 год характеризовался как засушливый, но накопленная весенняя влага дала возможность получить высокие урожаи – 26,9...28,9 ц/га. Самая высокая урожайность была получена по вспашке – 28,9 ц/га, по другим вариантам отличалась, уменьшение произошло на 6,9% в варианте мелкой обработки и на 4,8% без осенней обработки почвы. В среднем, урожайность за год составила 27,8 ц/га, приведя этот показатель к 100%, уровень эффективности возделывания ярового ячменя в севообороте оказался равным 96,1%.

Таблица 1

Урожайность и содержание белка зерна ярового ячменя за полную ротацию в севообороте
при применении различных способов обработки почвы

Обработка почвы			Вспашка на 20-22 см	Мелкая обработка почвы на 10-12 см	Без осенней механической обработки	Среднее за год севооборота
Урожайность, ц/га и содержание белка, %	2020 г. Кхоз. сев-та = 0,36	ц/га	28,9	26,9	27,5	27,8
		+/-	-	- 2,0	- 1,4	- 1,4
		%	100	93,1(- 6,9)	95,2(- 4,8)	96,1
		Белок, %	12,7	12,1	12,0	12,3
	2021 г. Кхоз. сев-та = 0,46	ц/га	16,2	15,3	12,9	14,8
		+/-	-	- 0,9	- 3,3	- 2,1
		%	100	94,4 (- 5,6)	79,6 (- 20,4)	91,3
		Белок, %	13,0	12,9	10,9	12,2
	2022 г. Кхоз. сев-та = 0,41	ц/га	26,7	24,6	23,3	24,9
		+/-	-	- 2,1	- 3,4	- 2,8
		%	100	92,1 (- 7,9)	87,3 (- 12,7)	93,1
		Белок, %	12,4	11,8	11,4	11,9
	2023 г. Кхоз. сев-та = 0,44	ц/га	28,4	25,1	23,0	25,5
		+/-	-	- 3,3	- 5,4	- 4,3
		%	100	88,4 (- 11,6)	81,0 (- 19,0)	89,8
		Белок, %	12,9	12,4	11,7	12,3
	2024 г. Кхоз. сев-та = 0,38	ц/га	23,2	18,7	12,1	17,0
		+/-	-	- 4,5	- 11,1	- 7,8
		%	100	80,6 (- 19,4)	52,2 (- 47,8)	77,6
		Белок, %	11,6	13,5	10,5	11,9
	2025 г. Кхоз. сев-та = 0,42	ц/га	25,2	20,7	15,5	20,5
		+/-	-	- 4,5	- 9,7	- 7,1
		%	100	82,1 (- 17,9)	61,5 (- 38,5)	81,2
		Белок, %	12,2	12,6	12,8	12,5
Отклонение по году изучения		ц/га	24,8	21,9	19,1	21,8
		+/-	-	- 2,9	- 5,7	- 3,0
		%	100	88,3 (- 11,7)	77,0 (- 23,0)	87,9
		Белок, %	12,5	12,6	11,6	12,2
2020 НСР ₀₅ общ. = 3,21 ц/га, влияние фактора недостоверно 2021 НСР ₀₅ общ. = 1,37 ц/га, влияние фактора достоверно 2022 НСР ₀₅ общ. = 1,22 ц/га, влияние фактора достоверно 2023 НСР ₀₅ общ. = 0,18 ц/га, влияние фактора достоверно 2024 НСР ₀₅ . общ. = 0,42 ц/га, влияние фактора достоверно 2025 НСР ₀₅ общ. = 1.21 ц/га, влияние фактора достоверно						Кoeffициенты вариации по белкам Cv = 4,5...7,4%

В период вегетации 2021 сельскохозяйственного года ГТК был равен 0,54, т. е. соответствовал зоне засушливого земледелия, полученные урожаи оказались невысокими 12,9...16,2 ц/га. Самая высокая урожайность была получена по вспашке – 16,2 ц/га, по другим обработкам почвы данные показатели были меньше, уменьшение составило на 5,6% при мелкой и на 20,4% без обработки почвы осенью. В среднем за год, учитывая все способы обработки почвы урожайность составила 14,8 ц/га, исходя из 100%, то уровень эффективности оказался равный 91,3%.

В 2022 году гидротермический коэффициент за период вегетации был равен 0,92, т. е. выше среднемноголетнего 0,73 и соответствовал засушливой зоне. Показатели урожайности имели близкие значения 23,3...26,7 ц/га. Наибольшая величина урожайности была получена по вспашке равная 26,7 ц/га, меньшая на 7,9% получена по мелкой обработке и на 12,7% – без обработки. Среднегодовая величина урожайности соответствовала 24,9 ц/га, при эффективности возделывания ячменя в севообороте – 93,1%

Метеоусловия, сложившиеся в 2023 сельскохозяйственном году, были благоприятными, ГТК оказался равным 0,63. Максимальное значение урожайности достигнуто по вспашке и было на уровне 28,4 ц/га.

Другие применяемые способы привели к существенному снижению показателей, по мелкой обработке уменьшение урожайности произошло на 11,6%, а в отсутствие осенней обработки – на 19,0%. Общая среднегодовая урожайность, учитывающая все применяемые способы, составила 25,5 ц/га, эффективность по году равна 89,8%

Анализируя полученные данные по сумме температур и количеству осадков за май-июль 2024 года, полученный ГТК соответствовал зоне сухого земледелия – 0,53, урожай зерна оказался не высоким. Самая высокая урожайность была получена по вспашке равная 23,2 ц/га, по другим обработками почвы данные показатели были меньше, уменьшение составило на 19,4% при мелкой и на 47,8% без обработки почвы осенью. В среднем за год,

учитывая все способы обработки почвы урожайность составила 17,0 ц/га, приводя это показатель к 100%, то эффективность оказалась равной 77,6%.

В 2025 году погодные условия благоприятствовали для получения хороших урожаев, ГТК = 1,11. Наивысшая урожайность оказалась равной 25,2 ц/га, по варианту вспашка. Иные способы обработки почвы показали меньшие значения, при мелкой обработке урожайность оказалась на 17,9% ниже, а при полном отсутствии осенней обработки – на 38,5% меньше. В среднем по всем применяемым агротехническим приемам, средняя урожайность составила 20,5 ц/га, эффективность оказалась равной 81,2%.

В целом, за весь период изучения, самая высокая урожайность была получена по вспашке равная 24,8 ц/га, меньшие показатели были по мелкой обработке на 11,7% и без осенней обработки на 23%, усредненный этот показатель оказался равным 21,8 ц/га, эффективность составила 87,9%.

За полную ротацию зернопропашного севооборота показатель урожайности ярового ячменя соответствовал показателям для Самарской области, различался по годам и зависел от применяемого способа обработки почвы. Результаты, полученные по вспашке, имели наибольшие значения, в среднем 24,8 ц/га. По вспашке наибольшие результаты для ячменя были получены и другими авторами [9], примерно одинаковыми по всем обработкам почвы [10, 11] и отмечается снижение урожайности на 25% по минимальной обработке почвы [12]. Каждый способ обработки почвы характеризуется особенностями [13], и нужно признать, что в настоящее время требуется минимизация затрат на производство продукции сельского хозяйства [14], но полученные результаты свидетельствуют, что необходимо дальнейшее изучение и обсуждение данного вопроса [15].

Содержание белка за годы изучения менялись значительно, как по сложившимся условиям вегетации, так и в зависимости от способов обработок почвы. Наибольший показатель содержания белка был получен по вспашке в 2021 году – 13,0% и в 2024 году по мелкой обработке 13,5%, наименьший в 2021 и 2024 годах – 10,5...10,9% без обработки почвы. Усредненный показатель содержания белка в наибольшем значении был получен в 2025 году 12,5% и наименьший – в 2024 году 11,9%. Средние показатели содержания белка по обработкам почвы имели приблизительно равные значения как по вспашке, так и по мелкой обработке – 12,5%, без обработки почвы результат получен ниже – 11,6%.

Коэффициент хозяйственного использования севооборота (Кхоз. севооборота) – это показатель, который используется для оценки продукционного процесса в севообороте. В научной литературе упоминается, что его значение может достигать 0,5, что свидетельствует о среднем уровне продуктивности. Полученные показатели коэффициентов хозяйственного использования севооборота по урожайности и содержанию белка не превышали значения 0,5, что говорит о среднем уровне Кхоз. в общем продукционном процессе в севообороте.

Полученные величины коэффициентов вариации по содержанию белка от метеоусловий и способам обработки почвы равны $C_v = 4,5...7,4\%$, это означает, что белковость зависит от изученных показателей, и они довольно близки и взаимосвязаны, но и при изменяющихся условиях могут меняться вполне синхронно.

Заключение. Представлены результаты изучения влияния способов обработки почвы на урожайность ярового ячменя в зернопропашном севообороте на черноземе типичном. Изучение проводилось в 2020-2025 гг. при полной ротации пятипольного зернопропашного севооборота, где ячмень был замыкающей культурой. Все сельскохозяйственные года отличались по метеоусловиям. При среднемноголетнем значении гидротермического коэффициента за май-июль 0,73, ГТК за 2020 год был сухим – 0,49, а 2021, 2023, 2024 года – зоной сухого земледелия ГТК = 0,53...0,63, год 2022 – засушливой зоной ГТК = 0,92, 2025 год – обеспеченного увлажнения ГТК = 1,11.

Урожайность ярового ячменя за проведенный период изучения соответствовал показателям для Самарской области. За полную ротацию зернопропашного севооборота показатель урожайности ярового ячменя, различался по годам и зависел от применяемого способа обработки почвы. Результаты, полученные по вспашке, имели наибольшие значения, в среднем 24,8 ц/га, меньшие показатели были по мелкой обработке на 11,7% и без осенней обработки на 23%.

В среднем за период изучения уровень эффективности севооборота оказался равным 77,6... 93,1% и зависел от метеоусловия сельскохозяйственного года и способа обработки почвы. Каждый способ обработки почвы характеризуется особенностями, и нужно признать, что в настоящее время требуется минимизация затрат на производство продукции сельского хозяйства, но полученные результаты свидетельствуют, что необходимо дальнейшее изучение и обсуждение данного вопроса [12, 13].

Усредненный показатель содержания белка в наибольшем значении был получен в 2025 году 12,5% и наименьший – в 2024 году 11,9%. Средние показатели содержания белка по обработкам почвы имели приблизительно равные значения как по вспашке, так и по мелкой обработке – 12,5%, без обработки почвы результат получен ниже – 11,6%.

Список источников

1. Горянин О. И., Чичкин А. П., Горянина Т. А., Шевченко С. Н., Цунин А. А. Ячмень — основная яровая зерновая культура в Самарской области // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 41-44. EDN: [OBGJVD](#)
2. Воронов С. И., Зволинский В. П., Плескачев Ю. Н., Матвеева Н. И., Грабов Р. С. Роль приёмов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя // Земледелие. 2020. № 2. С. 24-26. DOI: [10.24411/0044-3913-2020-10206](#) EDN: [RZUTMP](#)
3. Кутилкин, В. Г. Эффективность минимализации основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : сборник научных трудов. Брянск : Брянский ГАУ, 2025. С. 68-72. EDN: [IHAEFH](#)
4. Лукьянов В. А. Урожайность ярового ячменя в зависимости от минерального питания и севооборотов в условиях ЦЧР // Особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в условиях импортозамещения : сборник научных трудов. Орел: Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур, 2022. С. 83-87. EDN: [FXLOGY](#)
5. Бакаева, Н. П. Влияние степени засоренности посевов при различных способах обработки почвы на содержание белка и урожайность ярового ячменя // Актуальные вопросы аграрной науки и практики-2025 : сборник научных трудов. Нижний Новгород : Нижегородский ГАУ, 2026. С. 16-21. EDN: [GLARLX](#)
6. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л. Влияние способов основной обработки почвы на её физические показатели, урожайность и белковость зерна ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 4. С. 47-52. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-4-47-52](#) EDN: [GQBISF](#)
7. Бакаева Н. П. Урожайность ярового ячменя и оценка показателей продукционного процесса в севообороте // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2024. № 7(73). С. 5-9. DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-5-9](#) EDN: [QDDQME](#)
8. Гвоздов А. П., Булавин Л. А., Симченков Д. Г., Гвоздова Л. И., Кранцевич В. Д., Белановская М. А. Влияние способов обработки почвы на урожайность ярового ячменя // Земледелие и селекция в Беларуси, 2023. № 59. С. 27-33. EDN: [PZNZNZ](#)
9. Bakaeva, N. P. A block model of the production process of winter wheat based on yield-protein values // Bio web of conferences : International Scientific-Practical Conference "Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources" (FIES 2019), Kazan. EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. P. 00055. DOI: [10.1051/bioconf/20201700055](#) EDN: [GILZMY](#)
10. Кузина Е. В. Влияние минерального питания и обработки почвы на урожайные и качественные показатели зерна ячменя // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2023. Т. 2, № 1(5). С. 11-16. DOI: [10.37313/2782-6562-2023-2-1-11-16](#) EDN: [UPMYFR](#)
11. Бунтовских, О. С., Летучий А. В. Влияние основной обработки почвы на урожайность ячменя в условиях Заволжья // Вавиловские чтения-2024 : сборник научных трудов. Саратов: Саратовский ГАУ, 2024. С. 191-193. EDN: [DERUVM](#)
12. Дубовик Д. В., Дубовик Е. В., Морозов А. Н., Шумаков А. В. Минимизация основной обработки почвы под яровой ячмень в условиях Курской области // Земледелие. 2023. № 2. С. 42-46. DOI: [10.24412/0044-3913-2023-2-42-46](#) EDN: [WWCNEA](#)
13. Features of Soil Tillage during the Cultivation of Spring Barley / Yu. Semenikhina, S. Kambulov, D. Podlesniy, A. Boyko // MATEC Web of Conferences. 2021. Vol. 346. P. 03097. DOI: [10.1051/mateconf/202134603097](#) EDN: [FVJMSM](#)
14. Казаков, Г. И., Кутилкин В. Г. Биоэнергетическая оценка возделывания ярового ячменя // Современные системы земледелия: опыт, проблемы, перспективы : сборник научных трудов. Ульяновск : Ульяновская ГСХА, 2011. С. 118-125. EDN: [VFLOHL](#)
15. Components of the biotope soil and yield of barley / N. P. Bakaeva, O. A. Chugunova, O. L. Saltykova, M. S. Pri-kazchikov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies/ - Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. P. 42062. DOI: [10.1088/1755-1315/548/4/042062](#) EDN: [YREHGM](#)

References

1. Goryanin, O. I., Chichkin, A. P., Goryanina, T. A., Shevchenko, S. N. & Tsunin, A. A. (2011). Barley is the main spring grain crop in the Samara Region. *Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex*. 8. 41-44. EDN: [OBGJVD](#) (in Russian).
2. Voronov, S. I., Zvolinsky, V. P., Pleskachev, Yu. N., Matveeva, N. I. & Grabov, R. S. (2020). The Role of Basic Soil Tillage Methods in the Cultivation of Spring Barley. *Zemledelie*. 2. 24-26. DOI: [10.24411/0044-3913-2020-10206](#) EDN: [RZUTMP](#) (in Russian).
3. Kutilkin, V. G. (2025). The Effectiveness of Minimizing the Main Soil Tillage in the Cultivation of Spring Barley. *Agroecological Aspects of Sustainable Development of the Agrarian Sector: Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference*. Bryansk: Bryansk State Agrarian University. 68-72. EDN: [IHAEFH](#) (in Russian).
4. Lukyanov, V. A. (2022). The Yield of Spring Barley Depending on Mineral Nutrition and Crop Rotations in the Central Black Earth Region. *Features of selection and seed production of agricultural crops in the conditions of import substitution: Materials of the International scientific and practical conference*. Oryol: Federal Scientific Center of Leguminous and Cereal Crops. 83-87. EDN: [FXLOGY](#) (in Russian).
5. Bakaeva, N. P. (2026). Influence of the degree of weediness of crops under different methods of soil treatment on the protein content and yield of spring barley. *Actual issues of agricultural science and practice-2025: Materials of the All-Russian scientific and practical conference*. Nizhny Novgorod : Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. 16-21. EDN: [GLARLX](#) (in Russian).
6. Bakaeva, N. P. & Saltykova, O. L. (2025). Influence of Methods of Basic Soil Tillage on Its Physical Characteristics, Yield, and Protein Content of Spring Barley Grain in the Conditions of the Middle Volga Region. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 10, 4. 47-52. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-4-47-52](#) EDN: [GQBISF](#) (in Russian).

7. Bakaeva, N. P. (2024). Yield of spring barley and assessment of the indicators of the production process in crop rotation. *Izvestiya Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 7(73). 5-9. DOI: [10.19110/1994-5655-2024-7-5-9](https://doi.org/10.19110/1994-5655-2024-7-5-9) EDN: [QDDQME](https://www.edn.ru/qddqme) (in Russian).
8. Gvozdev, A. P., Bulavin, L. A., Simchenkov, D. G., Gvozdeva, L. I., Krantsevich, V. D. & Belanovskaya M. A. (2023). Influence of Soil Tillage Methods on the Yield of Spring Barley. *Agriculture and Breeding in Belarus*. 59. 27-33. EDN: [PZNZNZ](https://www.edn.ru/pznznz) (in Russian).
9. Bakaeva, N. P. (2020). A block model of the production process of winter wheat based on yield-protein values. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 17, p. 00055). EDP Sciences. DOI: [10.1051/bioconf/20201700055](https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700055) EDN: [GILZMY](https://www.edn.ru/gilzmy)
10. Kuzina, E. V. (2023). Influence of Mineral Nutrition and Soil Tillage on the Yield and Quality Characteristics of Barley Grain. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural Sciences*. 2, 1(5). 11-16. DOI: [10.37313/2782-6562-2023-2-1-11-16](https://doi.org/10.37313/2782-6562-2023-2-1-11-16) EDN: [UPMYFR](https://www.edn.ru/upmyfr) (in Russian).
11. Buntovskikh, O. S. & Letuchiy, A. V. (2024). Influence of the Main Soil Tillage on the Yield of Barley in the Zavolzhye Region. *Vavilov Readings-2024: Collection of Articles from the International Scientific and Practical Conference*. Saratov: Saratov State Agrarian University. 191-193. EDN: [DERUVV](https://www.edn.ru/deruvv) (in Russian).
12. Dubovik, D. V., Dubovik, E. V., Morozov, A. N. & Shumakov, A. V. (2023). Minimization of the main tillage for spring barley in the Kursk region. *Zemledelie*. 2. 42-46. DOI: [10.24412/0044-3913-2023-2-42-46](https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-2-42-46) EDN: [WWCNEA](https://www.edn.ru/wwcnea) (in Russian).
13. Semenikhina, Y., Kambulov, S., Podlesniy, D., & Boyko, A. (2021). Features of Soil Tillage during the Cultivation of Spring Barley. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 346, p. 03097). EDP Sciences. DOI: [10.1051/matecconf/202134603097](https://doi.org/10.1051/matecconf/202134603097)
14. Kazakov, G. I. & Kutilkin, V. G. (2011). Bioenergetic assessment of spring barley cultivation. *Modern farming systems: experience, problems, prospects: Materials of the International scientific and practical conference*. Ulyanovsk: Ulyanovsk State Agricultural Academy. 118-125. EDN: [VFLOHL](https://www.edn.ru/vflohl) (in Russian).
15. Bakaeva, N. P., Chugunova, O. A., Saltykova, O. L., & Prikazchikov, M. S. (2020, August). Components of the biotope soil and yield of barley. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 548, No. 4, p. 042062). IOP Publishing. DOI: [10.1088/1755-1315/548/4/042062](https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/4/042062) EDN: [YREHGM](https://www.edn.ru/yrehgm)

Информация об авторе:

Наталья Павловна Бакаева, доктор биологических наук, профессор,

ID: <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>, e-mail: bakaevanp@mail.ru

Information about the author:

Natalya P. Bakaeva, Doctor of Biological Sciences, Professor,

ID: <http://orcid.org/0000-0003-4784-2072>, e-mail: bakaevanp@mail.ru

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 11.05.2026; одобрена после рецензирования 23.06.2026; принята к публикации 30.05.2026.

The article was submitted 11.05.2026; approved after reviewing 23.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 631.42

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-17-22>

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УГЛЕРОД-ДЕПОНИРУЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЦЕНОЗОВ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ (НА ОСНОВЕ DNDC-МОДЕЛИРОВАНИЯ)

Н. М. Троц¹, О. В. Горшкова²✉

^{1, 2} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме. Целью исследования являлась оценка потенциала накопления органического углерода и трансформации потоков парниковых газов в агроэкосистемах с зернобобовыми культурами (горох, нут) при различных технологиях возделывания в условиях лесостепи Самарского Заволжья с использованием имитационного моделирования в среде DNDC. В качестве объекта моделирования выступали посевы гороха и нута, выращиваемые по традиционной технологии (с оборотом пласта) и технологии No-till на фоне применения минеральных и органоминеральных удобрений, а также мелиоранта (фосфогипса). Входными параметрами для модели служили климатические данные метеостанции Усть-Кинельская, а также характеристики почвенного покрова (плотность, pH, механический состав). Результаты моделирования показали высокую эффективность технологии No-till. В сравнении с традиционной обработкой почвы, её применение на посевах гороха привело к снижению эмиссии углекислого газа на 20%, уменьшению испарения воды из почвы в 2,4 раза и формированию положительного баланса углерода (+742,9 кг С/га/год против – 96,9 кг С/га/год). Это способствовало значительному снижению вклада в глобальное потепление: чистый потенциал глобального потепления (ПГП) составил -1370 кг СО₂-экв./га для No-till и +2522 кг СО₂-экв./га для традиционной технологии. Для нута также наблюдался отрицательный ПГП (около -3700 кг СО₂-экв./га), что свидетельствует об отсутствии вклада в потепление. Обе культуры способствовали накоплению азота в почве (прирост 66-75 кг/га). Анализ динамики углерода показал, что максимальное накопление в корнях гороха (709 кг/га) достигается на 202-й день вегетации, а у нута (876 кг/га) – на 211-й. Годичное накопление углерода в почве для нута составило 1312 кг С/га, что значительно выше, чем у гороха (743 кг С/га), озимой пшеницы и кукурузы. Применение технологии No-till и инокуляция семян микробиологическими препаратами являются эффективными агротехнологическими приёмами для депонирования углерода в почве и сокращения выбросов парниковых газов.

Ключевые слова: эмиссия парниковых газов, модель DNDC, технология No-till, баланс углерода, зернобобовые культуры, накопление азота, глобальное потепление

Финансирование: Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, проект FSSS-2024-0022 (регистрационный номер: 1023112900147-4 от 31.01.24).

Для цитирования: Троц Н. М., Горшкова О. В. Сравнительная оценка углерод-депонирующего потенциала агроценозов зернобобовых культур при различных технологиях возделывания (на основе DNDC-моделирования) // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 17-22. DOI: 10.55170/1997-3225-2026-11-S1-17-22

Original article

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE CARBON-STORAGE POTENTIAL OF GRAIN-LEGUM AGROCENOSIS UNDER VARIOUS CULTIVATION TECHNOLOGIES (BASED ON DNDC MODELING)

N. M. Trots¹, O. V. Gorshkova²✉

^{1, 2} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.

Abstract. The aim of the study was to assess the potential for accumulation of organic carbon and transformation of greenhouse gas flows in agroecosystems with grain legumes (peas, chickpeas) under various cultivation technologies in the forest-steppe conditions of the Samara Trans-Volga region using simulation modeling in the DNDC environment. The object of the simulation was pea and chickpea crops grown using traditional technology (with reservoir turnover) and No-till technology against the background of the use of mineral and organomineral fertilizers, as well as meliorant (phosphogypsum). The input parameters for the model were the climatic data of the Ust-Kinelskaya weather station, as well as the characteristics of the soil cover (density, pH, mechanical composition). The simulation results showed the high efficiency of the No-till technology. In comparison with traditional tillage, its use on pea crops has led to a 20% reduction in carbon dioxide emissions, 2.4-fold decrease in water evaporation from the soil, and the formation of a positive carbon balance (+742.9 kg/ha/year versus – 96.9 kg/ha/year). It contributed to a significant reduction in the contribution to

global warming: the net global warming potential (GWP) was $-1370 \text{ kg CO}_2\text{-eq./ha}$ for No-till and $+2522 \text{ kg CO}_2\text{-eq./ha}$ for traditional technology. A negative GWP (about $-3700 \text{ kg CO}_2\text{-eq./ha}$) was also observed for chickpeas, which indicates that there is no contribution to warming. Both crops contributed to the accumulation of nitrogen in the soil (an increase of $66\text{--}75 \text{ kg/ha}$). The analysis of carbon dynamics showed that the maximum accumulation in the roots of peas (709 kg/ha) is reached on the 202nd day of vegetation, and chickpeas (876 kg/ha) – on the 211st. The annual carbon accumulation in the soil for chickpeas was $1,312 \text{ kg/ha}$, which is significantly higher than for peas (743 kg/ha), winter wheat and corn. The use of No-till technology and inoculation of seeds with microbiological preparations are effective agrotechnological techniques for carbon deposition in the soil and reduction of greenhouse gas emissions.

Keywords: greenhouse gas emissions, DNDC model, No-till technology, carbon balance, legumes, nitrogen accumulation, global warming

Funding: This work was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project FSSS-2024-0022 (registration number: 1023112900147-4 dated 31.01.24).

For citation: Trots, N. M. & Gorshkova, O. V. (2026). Comparative assessment of the carbon-storage potential of grain-legum agrocenosis under various cultivation technologies (based on dn/dc modeling). *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 17-22. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-17-22](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-17-22) (in Russian).

Введение. Повышение концентрации парниковых газов в атмосфере, включая диоксид углерода, или углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и закись азота (N_2O), вследствие антропогенной деятельности, считается одной из причин современного изменения климата. Значительная доля составляющих баланса парниковых газов в биогеохимических циклах связана с их депонированием и преобразованием в почвенном покрове. При этом одним из крупнейших источников антропогенной эмиссии парниковых газов в глобальном масштабе является сельское хозяйство.

В силу многоплановости взаимосвязей между эмиссией парниковых газов в почвах и факторами окружающей среды для их интерпретации и прогноза на региональном уровне целесообразно использовать математические модели. Модель DNDC (DeNitrification-DeComposition) – процессно-ориентированная имитационная модель, созданная для оценки динамики основных парниковых газов в почвах сельскохозяйственного назначения [5]. Ее вычислительный аппарат строится на основе уравнений Нернста и Михаэлиса–Ментен, описывающих термодинамические и кинетические особенности окислительно-восстановительных реакций и представляющих функции от параметров окружающей среды – температуры, влажности, pH, испарения, которые регулируются несколькими группами экологических факторов – климатом, характеристиками почвы, растений и антропогенной деятельности [6]. Модель DNDC (денитрификационного разложения) была впервые описана [5] как биогеохимическая имитационная модель для прогнозирования выбросов N_2O , CO_2 и N_2 из сельскохозяйственных почв в США. После многих лет разработки DNDC теперь можно использовать как модель в масштабе участка, основанную на процессах, определяемых климатом, параметрами почвы и сельскохозяйственных культур, для моделирования роста сельскохозяйственных культур, выбросов парниковых газов, SOC и других свойств почвы [1, 3, 4, 8,].

DNDC состоит из двух модулей. Первый модуль моделирует рост сельскохозяйственных культур и круговорот углерода и азота в почве с помощью трёх подмоделей: почвенного климата, роста сельскохозяйственных культур и разложения. Второй модуль моделирует биогеохимические процессы, связанные с факторами окружающей среды в почве, с помощью подмоделей нитрификации, денитрификации и ферментации. Рост сельскохозяйственных культур моделируется на основе ежедневного накопления данных о фотосинтезе, дыхании, распределении углерода, поглощении воды и азота сельскохозяйственными культурами [2]. Бассейны C разделены на четыре пула SOC, а именно: растительные остатки (подстилка), микробная биомасса, активный гумус и пассивный гумус. Пул подстилки был дополнительно разделен на три подгруппы: очень подвижную, лабильную и устойчивую подстилку на основе их различных соотношений C/N и скоростей разложения. Модель DNDC предсказывает динамику SOC главным образом путем расчета вклада C (подстилка, растительные остатки, корневой экссудат или внесение навоза) и выхода C (разложение SOC или эрозия).

Цель исследований – оценить потенциал накопления органического углерода и трансформации потоков парниковых газов в агроэкосистемах с зернобобовыми культурами (горох, нут) при различных технологиях возделывания в условиях лесостепи Самарского Заволжья использованием имитационного моделирования в среде DNDC.

Задачи исследований – оценить влияние различных технологий обработки почвы (традиционная вспашка и *No-till*) на эмиссию углекислого газа, баланс углерода и водный режим почвы при возделывании зернобобовых культур; сравнить эффективность возделывания гороха и нута по способности к накоплению органиче-

ского углерода в почве и их влиянию на баланс азота в агроэкосистеме; определить влияние применения кальциевого мелиоранта (фосфогипса) в различных дозах на кислотность почвы (pH), накопление азота и эмиссию парниковых газов при выращивании нута по технологии *No-till*; рассчитать чистый потенциал глобального потепления (ПГП) для исследуемых агроэкосистем и оценить вклад различных технологий в снижение антропогенного воздействия на климат.

Материал и методы исследований. Полевые опыты проводились в 2024-2025 г. на опытном поле аграрного карбонового полигона, расположенного в центральной агроклиматической зоне Самарской области. Схемы опыта приведены в таблицах 1-4.

Таблица 1

Схема опыта по влиянию безотвальной обработки на урожайность нута и эмиссию парниковых газов

Схема опыта по влиянию обработкой обработки на урожайность пшеницы и смеси парниковых газы									
1	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 6 т/га	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 2 т/га	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 2 т/га	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 4 т/га	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 4 т/га	контроль	105 м
2	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 6 т/га +Ризобин Агро	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + Ризобин Агро	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + Ризобин Агро	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 2 т/га + Ризобин Агро	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 2 т/га + Ризобин Агро	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 4 т/га + Ризобин Агро	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + ФГ 4т/га + Ризобин Агро		
60 м									

Таблица 2

Схема опыта по влиянию традиционной технологии возделывания на урожайность гороха и эмиссию парниковых газов

1	Биоторфин-Б	Ризобин Агро	750 м
2	Биоторфин-Б	Ризобин Агро	
3	Биоторфин-Б	Ризобин Агро	
14 м		14 м	

Таблица 3

Схема опыта по влиянию технологии *No-till* на урожайность гороха и эмиссию парниковых газов

1	Ризобин Агро	Биоторфин-Б	290 м
2	Ризобин Агро	Биоторфин-Б	
3	Ризобин Агро	Биоторфин-Б	
49 м		49 м	

Таблица 4

Варианты опыта и способы внесения

Вариант опыта		Способ внесения
горох	Контроль	Без удобрений
	Ризобин Агро	Предпосевная обработка семян
	Биоторфин-Б	Предпосевная обработка семян
нут	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀	Предпосевная обработка семян биопрепаратом (80 мл/га). Внесение минеральных (МУ, сульфаммофос NP(S) 16:20(12)) и органоминеральных удобрений (ОМУ – комплексное органоминеральное удобрение аналог сульфаммофос NP(S) 20:20 (14)) производилось под обработку, перед посевом культуры. Удобрения и фосфогипс (ФГ) вносились ручным разбрасывателем
	+ ФГ 2 т/га	
	+ ФГ 4 т/га	
	+ ФГ 6 т/га	
	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀	
	+ ФГ 2 т/га	
	+ ФГ 4 т/га	
	+ ФГ 6 т/га	
	МУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + Ризобин Агро	
	+ ФГ 2 т/га	
	+ ФГ 4 т/га	
	+ ФГ 6 т/га	
	ОМУ N ₁₀₀ P ₁₀₀ + Ризобин Агро	
	+ ФГ 2 т/га	
	+ ФГ 4 т/га	
	+ ФГ 6 т/га	

Биопрепараты (Ризобин Агро, Биоторфин-Б) применялись для предпосевной обработки семян. Минеральные и органоминеральные удобрения, а также фосфогипс вносились под обработку почвы перед посевом вручную.

Для проведения имитационного моделирования, была использована версия DNDC 9.5 [7]. В рамках моделирования процессов в агроэкосистеме с использованием модели DNDC (*Denitrification–Decomposition*) был сформирован комплекс входных параметров, отражающих ключевые характеристики агроценоза, почвенного покрова и метеорологических условий.

В модель интегрированы суточные ряды климатических показателей, полученные на метеостанции Усть-Кинельская. В качестве входных переменных использовались: среднесуточные максимальные и минимальные температуры воздуха, а также среднесуточное количество осадков для каждого дня вегетационного периода и всего календарного года.

Параметры почвенного покрова задавались следующие: для посевов гороха и нута гранулометрический состав – тяжёлый суглинок (с преобладанием глинистой фракции), объёмная плотность почвы – 1,2 г/см³, реакция почвенного раствора (*pH*) для гороха – 6,4, *pH* на посевах нута варьировал в зависимости от нормы внесения фосфогипса: в контроле – 6,1; при дозе 2 т/га – 6,2; 4 т/га – 6,1; 6 т/га – 6,4.

В качестве агротехнологических параметров для гороха учитывались данные о возделываемой культуре, системе удобрений (применение сульфаммофоса), а также технологиях обработки почвы: традиционная вспашка и *No-till*, для нута моделировались варианты с сульфаммофосом и различными дозами фосфогипса (2, 4, 6 т/га) на фоне технологии *No-till*.

В расчётах учитывались фенологические критерии: календарные сроки посева и уборки зернобобовых культур, что обеспечивало корректное моделирование динамики биогеохимических процессов в течение вегетационного периода.

Результаты исследований. Результаты моделирования агроэкосистем с использованием модели DNDC демонстрируют выраженные различия между традиционной технологией обработки почвы и технологией *No-till* по ряду ключевых биогеохимических и экологических показателей.

В посевах гороха наблюдались выраженные водный и азотный стрессы, а также умеренный температурный стресс. Несмотря на эти ограничения, фактическая биомасса культуры оставалась высокой, что, вероятно, обусловлено специфическими физиолого-биохимическими адаптациями зернобобовых.

В обеих системах обработки почвы отмечалось положительное изменение запасов азота, что свидетельствует о его накоплении в агроэкосистеме. При традиционной технологии прирост составил 75,2 кг/га, при *No-till* – 70,4 кг/га, различия между системами минимальны.

Эмиссия CO₂ при традиционной технологии была на 20% выше, чем при *No-till*. Выбросы метана (CH₄) в обеих системах были сопоставимы. Баланс углерода в почве при традиционной технологии был отрицательным (-96,9 кг C/га/год), тогда как при *No-till* наблюдалось значительное накопление углерода (+742,9 кг C/га/год).

В условиях идентичных климатических параметров (осадки, транспирация, фильтрация, сток) испарение воды из почвы при *No-till* было в 2,4 раза ниже, что способствовало более длительному сохранению влаги в корнеобитаемом слое. Изменение запасов почвенной влаги в обеих системах было сопоставимо.

Чистый потенциал глобального потепления (GWP) при традиционной технологии составил 2522 кг CO₂-экв./га, тогда как при *No-till* – 1370 кг CO₂-экв./га, что свидетельствует о существенном снижении вклада в глобальное потепление при минимальной обработке почвы.

В посевах нута также фиксировались водный и азотный стрессы, однако фактическая биомасса оставалась высокой. Изменение запасов азота в почве было положительным во всех вариантах опыта. Прирост азота зависел от реакции среды: при *pH* 6,1 (контроль и 4 т/га фосфогипса) – 68,6 кг/га, при *pH* 6,2 (2 т/га) – 67,7 кг/га, при *pH* 6,4 (6 т/га) – 66,6 кг/га. Таким образом, с увеличением *pH* (смещением в щелочную сторону) прирост азота снижался.

Эмиссия CO₂ на контроле и при 4 т/га фосфогипса составила 538,69 кг C/га/год, при 6 т/га – 537,6 кг C/га/год. Выбросы метана были сопоставимы. Баланс углерода во всех вариантах был положительным: на контроле и при 4 т/га – 1311,6 кг C/га/год, при 6 т/га – 1312,9 кг C/га/год, что свидетельствует о накоплении углерода в почве.

Водный режим (транспирация, фильтрация, сток, испарение) был идентичен во всех вариантах.

Чистый ПГП в системе с нутом был отрицательным: –3711 кг CO₂-экв./га (контроль, 2 и 4 т/га), –3701 кг CO₂-экв./га (6 т/га), что указывает на отсутствие вклада в глобальное потепление.

Анализ динамики накопления углерода в корнях гороха и нута (рис. 1) при *No-till* показал, что до 162-го дня вегетации наблюдалось медленное накопление. С 162-го дня отмечался интенсивный рост: у гороха максимум (709 кг/га) был достигнут на 202-й день (21 июля), после чего происходило резкое снижение; у нута пик (876 кг/га) пришёлся на 211-й день (30 июля), после чего наблюдалось постепенное снижение.

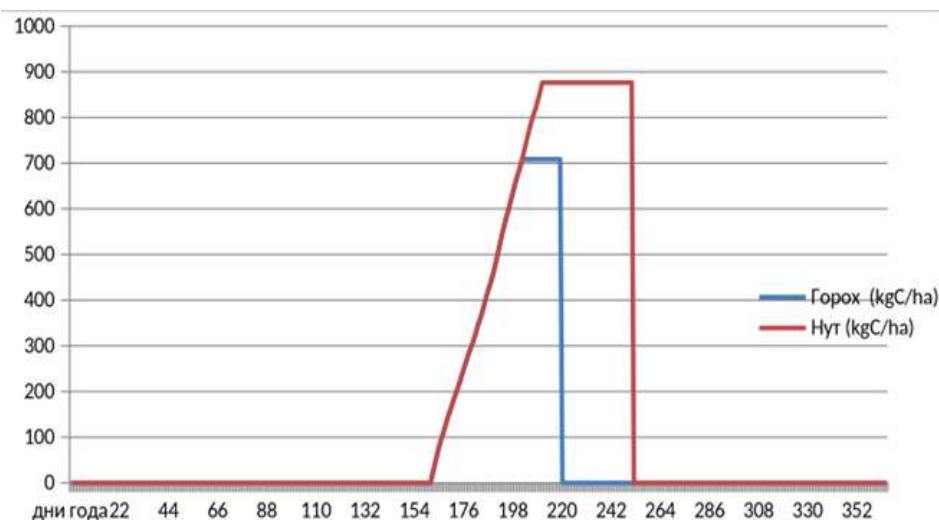


Рис. 1 Динамика накопления углерода в корнях зернобобовых культур нута и гороха, кг/га

Заключение. Моделирование DNDC (Denitrification-Decomposition) показывает, что результаты зависят от возделываемой культуры: горох и нут способствуют накоплению органического углерода (Corg) в почве, однако для нута накопление идет более длительно и снижение происходит более плавно; в целом, модель адекватно оценивает динамику углерода и дыхания почвы в агроэкосистемах, демонстрируя, что даже при отрицательном балансе для большинства культур, служат резервуаром углерода, который частично возвращается с урожаем, а основная часть потерь происходит из-за отчуждения биомассы.

Результаты проведенного моделирования с помощью модели DNDC выявили, что применение технологии No-till на посевах гороха в сравнении с традиционной обработкой почвы приводит к уменьшению на 20% эмиссии углекислого газа, положительному балансу углерода в почве, уменьшению в 2,4 раза испарения воды из почвы. Инокуляция семян биопрепаратами, как элемент изученных технологий способствует увеличению азота в почве.

Зернобобовые культуры, горох и нут, в процессе развития интенсивно накапливают углерод начиная с 162 дня вегетации, максимальное накопление углерода у гороха достигается на 202 день, а у нута – на 211 день.

Горох накапливает 743 кг C/га в год, а нут – 1312 кг C/га в год, что значительно превышает показатели других культур, таких как озимая пшеница 266 кг C/га в год и кукуруза 272 кг C/га в год [64], что свидетельствует о более высокой способности зернобобовых культур к накоплению углерода ключевую роль в этом процессе играют климатические факторы.

Список источников

1. Gilhespy, S. L., Anthony, S., Cardenas, L., Chadwick, D., del Prado, A., Li, C., ... Yeluripati, J. B. First 20 years of DNDC (DeNitrification DeComposition): model evolution // Ecol. Model. 2014. Vol. 292. P. 51-62. DOI: [10.1016/j.ecolmodel.2014.09.004](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.09.004) EDN: UQMGVJ
2. He, W., Grant, B. B., Smith, W. N., VanderZaag, A. C., Piquette, S., Qian, B., ... Deen, B. Assessing alfalfa production under historical and future climate in eastern Canada: DNDC model development and application // Environ. Model. Software. 2019. Vol. 122. P. 104540. DOI: [10.1016/j.envsoft.2019.104540](https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104540)
3. Khalil, M. I., Fornara, D. A., Osborne, B. Simulation and validation of long-term changes in soil organic carbon under permanent grassland using the DNDC model // Geoderma. 2020. Vol. 361. P. 114014. DOI: [10.1016/j.geoderma.2019.114014](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114014) EDN: BRTFCK
4. Levy, P. E., Mobbs, D. C., Jones, S. K., Milne, R., Campbell, C., Sutton, M. A. Simulation of fluxes of greenhouse gases from European grasslands using the DNDC model // Agric. Ecosyst. Environ. 2007. Vol. 121 (1-2). P. 186-192. DOI: [10.1016/j.agee.2006.12.019](https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.019)
5. Li C. A., Frolking T. A. model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 1. Model structure and sensitivity // J. Geophys. Res. 1992. Vol. 97, № D9. P. 9759–9776.
6. Li, C. Quantifying greenhouse gas emissions from soils: Scientific basis and modeling approach / C. Li // Soil Sci. Plant Nutrition. 2007. Vol. 53, № 4. P. 344–352. DOI: [10.1111/j.1747-0765.2007.00133.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00133.x) EDN: LPOBSF
7. User's guide for the DNDC model. Version 9.5. Institute for the study of Earth, Oceans, and Space. USA: Univ. Of New Hampshire, 2012. 104 p.
8. Xu L., Xu X., Tang X., Xin X., Ye L., Yang G., ... & Zhang Z. Managed grassland alters soil n dynamics and N₂O emissions in temperate steppe // J. Environ. Sci. 2018. Vol. 66 (4). P. 20-30. DOI: [10.1016/j.jes.2017.04.003](https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.04.003)

9. Zhang J., Hu K., Li K., Zheng C., Li, B. (Simulating the effects of long-term discontinuous and continuous fertilization with straw return on crop yields and soil organic carbon dynamics using the DNDC model. *Soil and Tillage Research*, 2017, 165, 302-314.

References

1. Gilhespy, S. L., Anthony, S., Cardenas, L., Chadwick, D., del Prado, A., Li, C., ... & Yeluripati, J. B. (2014). First 20 years of DNDC (DeNitrification DeComposition): model evolution. *Ecological modelling*, 292, 51-62. DOI: [10.1016/j.ecolmodel.2014.09.004](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.09.004) EDN: UQMGVJ
2. He, W., Grant, B. B., Smith, W. N., VanderZaag, A. C., Piquette, S., Qian, B., ... & Deen, B. (2019). Assessing alfalfa production under historical and future climate in eastern Canada: DNDC model development and application. *Environmental Modelling & Software*, 122, 104540. DOI: [10.1016/j.envsoft.2019.104540](https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104540)
3. Khalil, M. I., Fornara, D. A., & Osborne, B. (2020). Simulation and validation of long-term changes in soil organic carbon under permanent grasslands using the DNDC model. *Geoderma*, 361, 114014. DOI: [10.1016/j.geoderma.2019.114014](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114014) EDN: BRT-FCK
4. Levy, P. E., Mobbs, D. C., Jones, S. K., Milne, R., Campbell, C., & Sutton, M. A. (2007). Simulation of fluxes of greenhouse gases from European grasslands using the DNDC model. *Agriculture, ecosystems & environment*, 121(1-2), 186-192. DOI: [10.1016/j.agee.2006.12.019](https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.019)
5. Li, C., Frolking, S., & Frolking, T. A. (1992). A model of nitrous oxide evolution from soil driven by rainfall events: 1. Model structure and sensitivity. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 97(D9), 9759-9776.
6. Li, C. (2007). Quantifying greenhouse gas emissions from soils: Scientific basis and modeling approach / C. Li. *Soil Sci. Plant Nutrition*. 53, 4. 344-352. DOI: [10.1111/j.1747-0765.2007.00133.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00133.x) EDN: LPOBSF
7. User's guide for the DNDC model. Version 9.5. Institute for the study of Earth, Oceans, and Space. (2012). USA: Univ. Of New Hampshire. 104.
8. Xu, L., Xu, X., Tang, X., Xin, X., Ye, L., Yang, G., ... & Zhang, Z. (2018). Managed grassland alters soil N dynamics and N₂O emissions in temperate steppe. *Journal of Environmental Sciences*, 66, 20-30. DOI: [10.1016/j.jes.2017.04.003](https://doi.org/10.1016/j.jes.2017.04.003)
9. Zhang, J., Hu, K., Li, K., Zheng, C., & Li, B. (2017). Simulating the effects of long-term discontinuous and continuous fertilization with straw return on crop yields and soil organic carbon dynamics using the DNDC model. *Soil and Tillage Research*, 165, 302-314.

Информация об авторах:

Наталья Михайловна Троц, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
<https://orcid.org/0000-0003-3774-1235>; e-mail: troz_shi@mail.ru

Оксана Васильевна Горшкова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
<http://orcid.org/0000-0002-7743-8831>; e-mail: we-so63@rambler.ru

Information about the authors:

Natalya M. Trots, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
<https://orcid.org/0000-0003-3774-1235>; e-mail: troz_shi@mail.ru

Oksana V. Gorshkova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
<http://orcid.org/0000-0002-7743-8831>; e-mail: we-so63@rambler.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.05.2026; одобрена после рецензирования 19.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.
 The article was submitted 12.05.2026; approved after reviewing 19.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК: 633.3:631.81

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-23-29>

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАПЛАНИРОВАННОГО УРОЖАЯ НУТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

В. Г. Васин¹, Ч. Жумабек кызы², Н. В. Васина³, А. В. Васин⁴

^{1, 2, 3, 4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме. Цель исследований – формирование приемов возделывания нута на основе подбора сортов, внесения удобрений и применения препаратов Мегамикс, направленных на оптимизацию продуктивности культуры в почвенно-климатических условиях Самарской области. Исследование было проведено в период 2024-2025 гг. на базе научно-исследовательской лаборатории «Корма» кафедры «Растениеводство и земледелие», Самарской ГАУ. В рамках данного исследования были изучены комплексные подходы к повышению продуктивности нута (*Cicer arietinum* L.) путем анализа эффективности различных вариантов, внесению минеральных питательных веществ на планируемую урожайность 2,0 т/га и последующей вегетационной подкормки с препаратами Мегамикс Профи+Мегамикс Бор. Особое внимание уделялось взаимодействию стимуляторов роста с уровнями минерального питания. В ходе комплексной оценки динамики роста нута были установлены значительные различия в накоплении надземной биомассы в зависимости от применяемых агрохимических воздействий. К фазе зеленой спелости, являющейся критической для растения нута, зафиксирован выраженный прирост надземной массы в диапазоне 1674,2–1992,0 г/м². Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность повышает накопление сухой массы до 509,4–545,5 г/м², в контроле без внесения удобрений – 416,3–463,7 г/м². Анализ данных показал, что наивысшая урожайность достигается при комплексном применении минеральных удобрений (под 2,0 т/га) и стимуляторов роста Мегамикс Профи + Мегамикс Бор. В этом случае средняя урожайность для наиболее отзывчивых сортов (Вектор и Золотой Юбилей) достигала 27,7 ц/га.

Ключевые слова: нут, Мегамикс, Вектор, Золотой Юбилей, Волжанин 50, урожайность, стимуляторы

Для цитирования: Васин В. Г., Жумабек к Ч., Васина Н. В., Васин А. В. Формирование запланированного урожая нута при применении удобрений и стимуляторов роста // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 23-29. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-23-29](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-23-29)

Original article

FORMATION OF A PLANNED CHICKPEA HARVEST WITH THE USE OF FERTILIZERS AND GROWTH STIMULANTS

V. G. Vasin¹, Ch. Zhumabek kzy², N. V. Vasina³, A. V. Vasin⁴

^{1, 2, 3, 4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

Abstract. The purpose of the research is to develop techniques aimed at optimizing the productivity of chickpea crops in the soil and climatic conditions of the Samara region. The study was conducted in the period 2024-2025 on the basis of the scientific research laboratory "Korma" of the Department of Crop Production and Agriculture, Samara State Agrarian University. Within the framework of this study, comprehensive approaches to increasing chickpea productivity (*Cicer arietinum* L.) were studied by analyzing the effectiveness of various options, the introduction of mineral nutrients to the planned yield of 2.0 t/ha and subsequent vegetative fertilization with Megamix Profi+Megamix Boron preparations. Special attention was paid to the interaction of growth stimulants with the levels of mineral nutrition. A comprehensive assessment of chickpea growth dynamics revealed significant differences in the accumulation of aboveground biomass, depending on the applied agrochemical effects. By the green ripeness phase, which is critical for the chickpea plant, a marked increase in aboveground mass was recorded in the range of 1674.2–1992.0 g/m². The application of mineral fertilizers to the planned yield increases the accumulation of dry matter to 509.4–545.5 g/m², in the control without fertilizers – 416.3–463.7 g/m². Data analysis showed that the highest yield is achieved with the combined use of background fertilizers (under 2.0 t/ha) and growth stimulants Megamix Profi" + "Megamix Boron. In this case, the average yield for the most responsive varieties (Vector and Golden Jubilee) reached 27.7 c/ha.

Keywords: chickpeas, Megamix, Vector, Golden Jubilee, Volzhanin 50, yield, stimulants

For citation: Vasin, V. G., Zhumabek, K. Ch., Vasina, N. V. & Vasin, A. V. (2026). Formation of a planned chickpea harvest with the use of fertilizers and growth stimulants. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 23-29. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-23-29](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-23-29) (In Russian).

Введение. Недостаток растительного белка в кормах – значимая научная проблема. Ключевым решением данной задачи является использование бобовых культур как источника белка. Их высокая питательная ценность и способность повышать эффективность использования животными кормов с низким содержанием белка делают их незаменимыми [1, 2, 3, 4].

Нут, родом из Средиземноморья, Средней Азии и Северной Африки, отлично адаптирован к засушливым южным регионам России. Эта культура является доступным источником питательных веществ и не предъявляет высоких требований к почве. Благодаря симбиозу с азотфиксирующими бактериями в корневой системе нут представляет собой ценную сельскохозяйственную культуру. Природно-климатические условия России благоприятны для его выращивания, и производство нута активно растет [5, 6, 7].

Он уникальная зернобобовая культура, отличающаяся высокой засухоустойчивостью. Его посевы не полегают, что облегчает уборку прямым комбайнированием, а само зерно не подвержено повреждению вредителями. Нут богат белком, жирами, углеводами, микроэлементами и биологически активными веществами, причем их состав и соотношение весьма благоприятны. По своей питательной ценности нут сопоставим с горохом, но превосходит его по содержанию незаменимых аминокислот в белке. Высокая технологичность нута, включая устойчивость к полеганию и осыпанию зерна, делает его удобным в уборке. Эта культура широко используется в качестве корма, а также в пищевой промышленности, в том числе для производства консервов [8;9;10].

Анализ данных по Самарской области выявил значительные колебания в посевных площадях нута. Так, в 2012 году под эту культуру было отведено свыше 60 тысяч гектаров, в 2013 году показатель достиг 127 тысяч гектаров. Последующие годы демонстрировали снижение: 67 тысяч гектаров в 2014 году, 97 тысяч гектаров в 2018 году и 68 тысяч гектаров в 2019 году. В контексте текущей ситуации, в 2024 году в Кинельском районе Самарской области под посевы нута было выделено 2,6 тысячи гектаров [11].

Несмотря на значительные экономические перспективы нута, его культивирование расширяется медленно. Данная ситуация обусловлена, прежде всего, ограниченностью доступных сведений о биологических особенностях культуры, а также недостаточным прогрессом в селекции новых сортов и оптимизации агротехнических методов. В связи с этим, проведение исследований, направленных на углубленное изучение и разработку специфических агроприемов, представляется не только своевременным, но и критически важным.

Цель исследований – формирование приемов возделывания нута на основе подбора сортов, внесения удобрений и применения препаратов Мегамикс, направленных на оптимизацию продуктивности культуры в почвенно-климатических условиях Самарской области.

Задачи исследований - дать всестороннюю оценку биометрических показателей, характеризующих развитие агрофитоценоза, структуру урожая и урожайности.

Материалы и методы исследования. Полевые опыты в 2024-2025 гг. закладывали в кормовом севообороте кафедры «Растениеводство и земледелие» Самарского ГАУ. Почва опытного участка – это остаточнокarbonатный чернозем обыкновенный, обладающий средним уровнем гумуса. Почва среднесиловая, тяжелосуглинистая. Содержание легкогидролизуемого азота составляет 105-127 мг, подвижного фосфора – 130-152 мг, обменного калия – 311-324 мг на 1 кг. pH 5,8. Увлажнение естественное.

Агротехника общепринятая для зоны. Площадь делянки под вариант составила 55 м², повторность четырехкратная. Вариантов в опыте 12, делянок 48. Нормы высева семян нута составила 850 тыс. всхожих семян на 1 га. Посев проводился сеялкой AMAZONED 9-25 рядовым способом. Уборка проводилась поделочно в фазу полной спелости.

В рамках трехфакторного опыта исследовалось влияние уровня минерального питания (фактор А), обработки растений по вегетации (фактор В) и сорта (фактор С).

Исследование минерального питания включало: контрольную группу без внесения удобрений и внесение удобрения на планируемую урожайность 2,0 т/га. Удобрения, в виде аммиачной селитры и диаммофоски, вносились под предпосевную культивацию.

Обработка по вегетации препаратами Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га) осуществлялась в фазе ветвления.

Сорта: Вектор, Золотой Юбилей и Волжанин 50.

Методикой предусмотрено проведение оценки динамики прироста надземной массы и динамики накопления сухого вещества сортов нута. Урожайность определяется методом сплошной уборки учетной делянки, с последующим взвешиванием. В день уборки или за день до этого проводится анализ структуры урожая, число бобов, число семян, масса 1000 семян.

В опытах применяли препараты: Мегамикс Профи – жидкое минеральное удобрение для внекорневой подкормки, обогащенное микроэлементами. Оно способствует улучшению корневого питания, активирует ферментные процессы и восполняет дефицит необходимых элементов в ключевые периоды развития растений и при формировании урожая. Состав, г/л: N-6, S-29, Mg-15, Cu-7, Zn-14, Fe-3; Mn-3,5, B-1,7, Mo-4,6, Co-1, Cr-0,3, Se-0,1, Ni-0,1.

Мегамикс Бор – это высокоэффективное моноудобрение, предназначенное для восполнения дефицита бора в растениях. Состав: азот (N) – 65 г/л, бор (B) – 130 г/л.

В ходе исследований применялись следующие сорта: Вектор - относится к категории среднеспелых. Он демонстрирует высокую степень устойчивости к неблагоприятным факторам, таким как засуха, полегание и осыпание. Растение характеризуется прямостоячим типом куста, достигая средней высоты в пределах 36-68 сантиметров. Масса тысячи семян варьируется от 258 до 350 граммов. Зерно данного сорта отличается высоким показателем содержания белка, который составляет от 21,7 до 27,8%.

Золотой Юбилей – среднеспелый. Он отличается высокой сопротивляемостью к недостатку влаги, а также хорошо противостоит полеганию и осыпанию. Растение формирует прямой куст, достигающий в высоту от 32 до 60 сантиметров. Вес тысячи семян варьируется в пределах 230-280 граммов. Товарные и кулинарные качества отличные, при этом содержание белка в нем может достигать 27,7%, что делает его особо ценным.

Волжанин 50 – растения средней высоты, достигающие от 39 до 75 сантиметров, с прямостоячей структурой куста. Этот сорт относится к среднеспелым культурам. Он обладает высокой степенью устойчивости к неблагоприятным факторам, таким как полегание стебля, осыпание семян и засушливые условия. Масса тысячи семян варьируется в пределах 274-372 грамм. Зерно данного сорта отличается высоким содержанием белка, достигая 26%. В целом, Волжанин 50 характеризуется как ценный сорт по своим качественным показателям.

Результаты исследований. Исследование показало, что применение комплексных микроудобрений Мегамикс Профи (0,7 л/га) и Мегамикс Бор (0,5 л/га) положительно повлияло на динамику накопления надземной массы растений нута в сравнении с контрольными вариантами. На фазе цветения зафиксирован средний прирост биомассы: у сорта Вектор – 433,9 г/м² (4,57%), у Золотого Юбилея – 510,0 г/м² (3,53%), и у Волжанина 50 – 421,4 г/м² (4,20%). К фазе образования бобов наблюдалось дальнейшее ускорение роста, с показателями биомассы 824,8 г/м², 921,4 г/м² и 809,6 г/м² соответственно. Наибольшее влияние от данной обработки был достигнут к фазе зеленой спелости, когда биомасса составила 1823,7 г/м² (Вектор), 1843,8 г/м² (Золотой Юбилей) и 1832,7 г/м² (Волжанин 50). Полученные результаты показали, что данный комплекс препаратов способствует более интенсивному накоплению вегетативной массы на всех этапах развития растений нута (табл. 1).

Таблица 1

Динамика прироста надземной массы сортов нута
в зависимости от применения удобрений и препаратов за 2024-2025 гг., г/м²

	Сорта	Цветение	Образование бобов	Зеленая спелость
	Контроль (без обработки)			
Контроль (без внесения удобрений)	Вектор	414,9	793,3	1682,2
	Золотой Юбилей	492,6	878,9	1716,2
	Волжанин 50	404,4	774,8	1674,2
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Вектор	433,9	824,8	1823,7
	Золотой Юбилей	510,0	921,4	1843,8
	Волжанин 50	421,4	809,6	1832,7
Удобрение на планируемую урожайность 20 ц/га	Контроль (без обработки)			
	Вектор	538,6	877,9	1908,4
	Золотой Юбилей	562,1	871,4	1885,9
	Волжанин 50	498,5	941,9	1821,8
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Вектор	567,5	928,5	1992,0
	Золотой Юбилей	591,0	929,4	1954,0
	Волжанин 50	531,5	1004,0	1905,9

Максимальное увеличение надземной массы наблюдался при использовании удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность 20 ц/га, в сочетании с комплексом Мегамикс Профи + Мегамикс Бор. В фазе цветения сорта показали следующие результаты: Вектор – 567,5 г/м², Золотой Юбилей – 591,0 г/м², Волжанин 50-531,5 г/м². К моменту формирования бобов надземная масса увеличилась до 928,5 г/м², 929,4 г/м² и 1004,0 г/м² соответственно. Наиболее высокие показатели были достигнуты на стадии зеленой спелости: 1992,0 г/м² у Вектора, 1954,0 г/м² у Золотого Юбилея и 1905,9 г/м² у Волжанина 50. Эти результаты превосходят показатели аналогичных вариантов без применения комплексного удобрения, что указывает на положительный синергетический эффект от совместного использования стимуляторов роста и сбалансированного питания растений.

Отмечено, что динамика накопление сухого вещества в посевах нута в раннем этапе от всходов до цветения формируется в медленном темпе.

Внесение удобрений, направленных на получение планируемой урожайности 20 ц/га, в контрольном варианте (без дополнительной обработки стимуляторами) показало положительное воздействие на динамику накопления сухого вещества. В фазе цветения отмечены следующие данные: 129,4 г/м² у Вектора, 141,5 г/м² у Золотого Юбилея и 120,5 г/м² у Волжанина 50. Полученные показатели значительно превышают контрольные варианты, как без обработки, так и при применении только стимуляторов роста. Также наблюдалось существенное увеличение накопления сухого вещества в фазе зеленой спелости. Вектор показал 527,4 г/м², Золотой Юбилей – 518,3 г/м², а Волжанин 50-509,4 г/м² (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления сухого вещества посевами нута
в зависимости от применения удобрений и препаратов за 2024-2025, г/м²

	Сорта	Цветение	Образование бобов	Зеленая спелость
	Контроль (без обработки)			
Контроль (без внесения удобрений)	Вектор	110,1	192,2	422,9
	Золотой Юбилей	121,6	213,0	436,8
	Волжанин 50	100,8	188,5	416,3
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Вектор	114,7	210,6	461,0
	Золотой Юбилей	129,6	234,3	463,7
	Волжанин 50	109,9	202,7	454,3
Удобрение на планируемую урожайность 20 ц/га	Контроль (без обработки)			
	Вектор	129,4	225,1	527,4
	Золотой Юбилей	141,5	232,0	518,3
	Волжанин 50	120,5	244,4	509,4
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Вектор	145,6	250,8	545,5
	Золотой Юбилей	150,9	238,2	539,5
	Волжанин 50	134,5	249,8	524,9

Максимальное накопление сухого вещества были достигнуты при совместном применении удобрений рассчитанных на планируемую урожайность 20 ц/га, и стимуляторов роста Мегамикс Профи + Мегамикс Бор. В фазе образования бобов эти значение возросли до 250,8 г/м², 238,2 г/м² и 249,8 г/м² соответственно. Наиболее выраженное преимущество данного метода проявилось в фазе зеленой спелости, где были отмечены высокие данные: 545,5 г/м² для Вектор, 539,5 г/м² для Золотого Юбилея и 524,9 г/м² для Волжанина 50. Эти результаты превосходят показатели всех вариантов, включая при применении только стимуляторов роста, так и одни лишь удобрения под планируемую урожайность. Это подтверждает положительное взаимодействие между препаратами и удобрениями, которое способствует максимальному накоплению сухого вещества растениями.

Применение стимуляторов роста Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га + 0,5 л/га) без внесения удобрений способствовало увеличению количества бобов на растении по сравнению с контрольными вариантами без обработки. У сорта Вектор этот показатель возрос до 27,9 шт. (прирост 8,14%), у Золотого Юбилея – до 28,7 шт. (прирост 2,50%), а у Волжанина 50 – до 27,8 шт. (прирост 2,58%). Изменения в количестве семян были менее значительными, но также носят положительную динамику. Наиболее значимое влияние отмечено на массе 1000 семян, где наблюдается увеличение на: 172,7 г у Вектора (прирост 4,41%), 169,7 г у Золотого Юбилея (прирост 4,88%) и 171,2 г у Волжанина 50 (прирост 3,19%). Эти результаты показывают положительное воздействие препаратов на формирование более крупного и полноценного семенного материала (табл. 3).

Внесение удобрений, рассчитанных на достижение планируемой урожайности 20 ц/га, без применения дополнительных препаратов привело к значительному улучшению всех показателей структуры урожая.

Наиболее высокие данные структуры урожая были достигнуты при внесении удобрений и при применении стимуляторов роста Мегамикс Профи + Мегамикс Бор. Количество бобов на одном растении и количество семян в бобе достигло максимальных значений. Наблюдается также стабильное и значительное увеличение массы 1000 семян: 175,3 г у Вектора, 172,2 г у Золотого Юбилея и 173,7 г у Волжанина 50. Эти результаты превосходят показатели как при применении только стимуляторов роста, так и при внесении исключительно удобрений, что указывает на существенный эффект от комбинированного воздействия (табл. 3).

Сравнительный анализ данных подтверждает, что разные сорта по-разному реагируют на удобрения и препаратов. Сорта Вектор и Волжанин 50 демонстрируют стабильно высокие показатели массы 1000 семян, в то время как Золотой Юбилей выделяется наибольшим количеством бобов на растении, особенно при комплексном применении.

Таблица 3

Среднее значение структуры урожая нута
в зависимости от применения удобрений и препаратов за 2024-2025 гг.

Контроль (без внесения удобрений)	Сорта	Количество бобов на одном растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
Контроль (без внесения удобрений)	Контроль (без обработки)			
	Вектор	25,8	1,01	165,4
	Золотой Юбилей	28,0	0,93	161,8
	Волжанин 50	27,1	0,99	165,9
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Вектор	27,9	1,05	172,7
	Золотой Юбилей	28,7	0,99	169,7
	Волжанин 50	27,8	1,03	171,2
Удобрение на планируемую урожайность 20 ц/га	Контроль (без обработки)			
	Вектор	31,5	1,05	167,9
	Золотой Юбилей	34,1	1,03	164,2
	Волжанин 50	33,1	1,04	168,5
	Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)			
	Вектор	34,0	1,07	175,3
	Золотой Юбилей	35,0	1,11	172,2
	Волжанин 50	33,9	1,06	173,7

Применение удобрений, рассчитанных на достижение урожайности 20 ц/га, оказало существенное положительное влияние на урожайность всех сортов. Средняя за 2 года урожайность составила: Вектор – 23,7 ц/га, Золотой Юбилей – 23,9 ц/га, Волжанин 50 – 22,7 ц/га. Максимальный прирост урожайности по отношению к контролю без удобрений и обработки составил 6,9 ц/га для Золотого Юбилея (рост на 40,6%) и 5,8 ц/га для Волжанина 50 (рост на 34,3%). Данные свидетельствуют о значимости оптимизированного питания для реализации максимальной урожайности нута (табл. 4).

Применение комплексных стимуляторов роста Мегамикс Профи + Мегамикс Бор в расходе 0,7 л/га + 0,5 л/га без внесения минеральных удобрений также привело к увеличению урожайности по сравнению с контрольными вариантами. Средние значения урожайности за два года составили: Вектор – 21,6 ц/га, Золотой Юбилей – 19,7 ц/га, Волжанин 50 – 18,9 ц/га. Прирост урожайности в сравнении с контролем (без удобрений и препаратов) составил: 3,8 ц/га для Вектора (рост на 21,3%), 2,7 ц/га для Золотого Юбилея (рост на 15,9%) и 2,0 ц/га для Волжанина 50 (рост на 11,8%). Это подтверждает, что стимуляторы роста эффективно работают при наличии достаточного питания, но их самостоятельное применение дает менее выраженный эффект по сравнению с оптимизированным удобрением (табл. 4).

Максимальные данные урожайности были достигнуты при внесении удобрения на запланированного урожая 20 ц/га и применения комплексных стимуляторов роста Мегамикс Профи + Мегамикс Бор. Средняя урожайность по сортам составила: Вектор – 27,7 ц/га, Золотой Юбилей – 27,7 ц/га, Волжанин 50 – 24,5 ц/га. В данном фоне Вектор и Золотой Юбилей показали идентичные, наивысшие результаты. По сравнению контрольными вариантами (без удобрений и препаратов), увеличение урожайности составил: 9,9 ц/га для Вектора (рост на 55,6%), 10,7 ц/га для Золотого Юбилея (рост на 62,9%) и 7,6 ц/га для Волжанина 50 (рост на 45,0%). Этот комбинированный результат подчеркивает важность комплексного подхода, обеспечивающего как необходимые питательные вещества, так и стимуляцию физиологических процессов растений.

Таблица 4

Урожайность нута в зависимости от применения удобрений и препаратов, ц/га

Обработка посевов	Сорта	Применение удобрений					
		Контроль (без внесения удобрений)			При внесении удобрения на планируемую урожайность 20 ц/га		
		2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее
Контроль (без обработки)	Вектор	15,8	19,9	17,8	22,9	24,5	23,7
	Золотой Юбилей	17,1	16,9	17,0	24,6	23,2	23,9
	Волжанин 50	15,3	18,6	16,9	20,4	25,0	22,7
Мегамикс Профи + Мегамикс Бор (0,7 л/га+0,5 л/га)	Вектор	20,1	23,2	21,6	28,3	27,0	27,7
	Золотой Юбилей	19,7	19,6	19,7	28,5	26,8	27,7
	Волжанин 50	17,4	20,3	18,9	23,0	26,0	24,5

2024 НСР_{0,5 об.} = 0,83; НСР A = 0,34; НСР B = 0,33; НСР C = 0,41; НСР AB = 0,48; НСР AC = 0,59; НСР BC = 0,58;

2025 НСР_{0,5 об.} = 0,75; НСР A = 0,31; НСР B = 0,30; НСР C = 0,38; НСР AB = 0,43; НСР AC = 0,53; НСР BC = 0,53.

В ходе проведенных исследований, осуществлявшихся в 2024-2025 гг., изучалось воздействие минеральных удобрений на планируемую урожайность 2 т/га и обработки посевов по вегетации на динамику надземной массы, структуры и продуктивность сортов нута: Вектор, Золотой Юбилей и Волжанин 50.

Внесение удобрений и применение препаратов обеспечило стабильное превышение плановой урожайности на 20 ц/га, демонстрируя прибавку от 45,0% до 62,9% по сравнению с контрольными вариантами. Средняя урожайность для сорта Вектор увеличилась с 17,8 ц/га (контроль) до 27,7 ц/га (внесение минеральных удобрений и стимуляторы), что составляет прирост 55,6%. Для сорта Золотой Юбилей показатель вырос с 17,0 ц/га до 27,7 ц/га, увеличение – 62,9%. Аналогичная изменения прослеживается для сорта Волжанин 50: урожайность повысилась с 16,9 ц/га до 24,5 ц/га, прирост – 45,0%.

Полученные результаты показывают о том, что внесение минеральных удобрений и применение стимуляторов роста способствовало на увеличение урожайности и улучшение других показателей посевов.

Заключение. Проведенный анализ показал, что применение удобрений и стимуляторов роста значительно повышает интенсивность накопления надземной массы и сухого вещества у сортов нута, при этом эффективность варьируется в зависимости от сорта и фазы развития растений.

Наблюдается, что применение удобрений под плановую урожайность является фундаментом для повышения показателей структуры урожая, а комплексное сочетание внесения удобрения со стимуляторами роста Мегамикс Профи и Мегамикс Бор приводит к максимальному комплексному результату, обеспечивая наилучшие последствия по всем анализируемым параметрам.

Комплексное применение удобрения и стимуляторов дает максимальный эффект, увеличивая урожайность на 45,0-62,9% по сравнению с контролем. По сортовым показателям, в условиях максимальной эффективности (удобрение + стимуляторы), сорта «Вектор» и «Золотой Юбилей» продемонстрировали одинаково высокие результаты (27,7 ц/га), в то время как «Волжанин 50» показал несколько более низкую урожайность (24,5 ц/га) в этом варианте. Важно отметить, что «Золотой Юбилей» показал наибольшую относительную прибавку урожайности (+62,9%) при комплексном воздействии минеральных удобрений и препаратов по сравнению с контролем.

Список источников

1. Бурунов А. Н., Васин В. Г., Васин А. В., Саниев Р. Н. Показатели фотосинтетической деятельности растений и урожайность сои при применении стимуляторов роста // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2022. Т. № 1 (1). С. 3-12. DOI: [10.37313/2782-6562-2022-1-1-3-12](https://doi.org/10.37313/2782-6562-2022-1-1-3-12) EDN: [KHBCOF](#)
2. Тедеева В. В., Абаев А. А. Влияние способов посева и норм высева на продолжительность межфазных периодов нута // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 94-6. С. 133-135. DOI: [10.18411/trnio-02-2023-328](https://doi.org/10.18411/trnio-02-2023-328) EDN: [RHFLPI](#)
3. Гончаров С. В., Коробова Н. А. Перспективные направления селекции гороха // Аграрный научный журнал. 2022. № 9. С. 13-17. DOI: [10.28983/asj.y2022i9pp13-17](https://doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp13-17) EDN: [AJEQPQ](#)
4. Шьюрова Н. А., Морев В. С., Башинская О. С., Ерюшева И. В. Влияние способов посева и норм высева на продуктивность нута в условиях Саратовского левобережья // Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 134-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов. 2022. С.282-286. EDN: [MLXOJU](#)
5. Киселёва Т.С., Краснова Е.А. Влияние основной обработки почвы на всхожесть и сохранность зернобобовых культур // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (75). С. 52-56. EDN: [OMQJOS](#)
6. Федотов В. А., Кадыров С. В., Щедрина Д. И., Столяров О. В., Подлесных Н. В. Растениеводство Центрального Черноземья России. 2019. EDN: [LJLWSN](#)
7. Старцев В. И., Закабунина Е. Н., Глинушкин А. П., Старцева Л. В. Нут - культура перспективная для биологизированных технологий возделывания в центральном федеральном округе Российской Федерации // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2020. № 33 (38). С. 30-38. EDN: [RMDQBR](#)
8. Бурунов А. Н., Васин В. Г., Васин А. В. Продуктивность сортов нута при применении удобрений и стимуляторов роста в сухостепной зоне Среднего Поволжья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 1 (37). С. 20-29. DOI: [10.24412/2309-348X-2021-1-20-29](https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-1-20-29) EDN: [EPWMIF](#)
9. Таспаев Н. С., Германцева Н. И., Селезнева Т. В., Таспаев Н. Н. Подбор сортов и совершенствование приемов технологии возделывания нута в Заволжье // Агрофорсайт. 2020. № S7 (31). С. 3-5. EDN: [DAYILA](#)
10. Колесников А. А., Ярцев Г. Ф., Байкасанов Р. К. Продуктивность нута в зависимости от норм высева и способов посева в условиях центральной зоны Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1 (93). С. 43-47. DOI: [10.37670/2073-0853-2022-93-1-43-47](https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-43-47) EDN: [BXXCHT](#)
11. Новиков А. В. Оптимизация приемов возделывания сортов нута в условиях сухостепной зоны Среднего Поволжья // Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. 2021 С. 166. EDN: [SVNIXE](#)

References

1. Burunov, A. N., Vasin, V. G., Vasin, A. V. & Saniev, R. N. (2022). Indicators of photosynthetic activity of plants and soybean yield when using growth stimulants. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Agricultural sciences*. 1 (1). 3-12. DOI: [10.37313/2782-6562-2022-1-1-3-12](https://doi.org/10.37313/2782-6562-2022-1-1-3-12) EDN: [KHBCOF](#) (in Russian).
2. Tedeeva, V. V. & Abaev, A. A. (2023). The influence of sowing methods and seeding rates on the duration of interphase periods of chickpeas. *Trends in the development of science and education*. 94-6. 133-135. DOI: [10.18411/trnio-02-2023-328](https://doi.org/10.18411/trnio-02-2023-328) EDN: [RHFLPI](#) (in Russian).

3. Goncharov, S. V. & Korobova, N. A. (2022). Promising areas of pea breeding. *Agrarian Scientific Journal*. 9. 13-17. DOI: [10.28983/asj.y2022i9pp13-17](https://doi.org/10.28983/asj.y2022i9pp13-17) EDN: [AJEQPQ](#) (in Russian).
4. Shyurova, N. A., Morev, V. S., Bashinskaya, O. S. & Yeryusheva, I. V. (2022). The influence of sowing methods and seeding standards on chickpea productivity in the conditions of the Saratov left bank. *Collection of articles of the International scientific and practical Conference dedicated to the 134th anniversary of the birth of academician N.I. Vavilov. Saratov*. 282-286. EDN: [MLXOJU](#) (in Russian).
5. Kiseleva, T. S. & Krasnova, E. A. (2023). The influence of basic tillage on the germination and preservation of leguminous crops. *Vestnik Michurinsk State Agrarian University (Bulletin of Michurinsk State Agrarian University)*. 4 (75). 52-56. EDN: [OMQJOS](#) (in Russian).
6. Fedotov, V. A., Kadyrov, S. V., Shchedrina, D. I., Stolyarov, O. V., & Podlesnykh, N. V. (2019). Crop Production in the Central Chernozem Region of Russia. EDN: [LJLWSN](#) (in Russian).
7. Startsev, V. I., Zakabunina, E. N., Glinushkin, A. P. & Startseva, L. V. (2020). Chickpeas are a promising crop for biologized cultivation technologies in the Central Federal District of the Russian Federation. *Vestnik Russian State Agrarian Correspondence University (Bulletin of the Russian State Agrarian Correspondence University)*. 33 (38). 30-38. EDN: [RMDQBR](#) (in Russian).
8. Burunov, A. N., Vasin, V. G. & Vasin, A. V. (2021). Productivity of chickpea varieties when using fertilizers and growth stimulants in the dry-steppe zone of the Middle Volga region. *Leguminous and cereal crops*. 1 (37). 20-29. DOI: [10.24412/2309-348X-2021-1-20-29](https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-1-20-29) EDN: [EPWMIF](#) (in Russian).
9. Taspaev, N. S., Germantseva, N. I., Selezneva, T. V. & Taspaev, N. N. (2020). Selection of varieties and improvement of techniques for chickpea cultivation in the Trans-Volga region. *Agroforsite* : S7 (31). 3-5. EDN: [DAYILA](#) (in Russian).
10. Kolesnikov, A. A., Yartsev, G. F. & Baikasenov, R. K. (2022). Chickpea productivity depending on seeding rates and sowing methods in the conditions of the central zone of the Orenburg region. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 1 (93). 43-47. DOI: [10.37670/2073-0853-2022-93-1-43-47](https://doi.org/10.37670/2073-0853-2022-93-1-43-47) EDN: [BXXCHT](#) (in Russian).
11. Novikov, A. V. (2021). Optimization of methods of cultivation of chickpea varieties in the conditions of the dry steppe zone of the Middle Volga region. *Dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences*. 166. EDN: [SVNIXE](#) (in Russian).

Информация об авторах:

Василий Григорьевич Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

<http://orcid.org/0000-0001-8750-1454>; e-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Чынара Жумабек кызы, аспирант;

<http://orcid.org/0009-0009-4511-5462>; e-mail: chjumabek@mail.ru

Наталья Владимировна Васина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

<http://orcid.org/0000-0003-0485-3281>; e-mail: vasina_nv@rambler.ru

Александр Васильевич Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

<http://orcid.org/0000-0002-8647-0884>; e-mail: dr.vasin.av@gmail.com

Information about authors:

Vasily G. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

<http://orcid.org/0000-0001-8750-1454>; e-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Chynara Zhumabek kyzy, Graduate student;

<http://orcid.org/0009-0009-4511-5462>; e-mail: chjumabek@mail.ru

Natalya V. Vasina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

<https://orcid.org/0000-0003-0485-3281>; e-mail: vasina_nv@rambler.ru

Alexander V. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

<https://orcid.org/0000-0002-8647-0884>; e-mail: dr.vasin.av@gmail.com

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 8.05.2026; одобрена после рецензирования 26.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.

The article was submitted 8.05.2026; approved after reviewing 26.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 633.854:631.89

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-30-36>

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Л. В. Киселева^{1✉}, В. Г. Васин², Н. В. Васина³, О. П. Кожевникова⁴^{1, 2, 3, 4} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме. Цель исследования – повышение продуктивности отечественных гибридов подсолнечника при применении комплексного удобрения с серой в условиях лесостепи Самарской области. С 2023 по 2025 гг. полевой опыт закладывался по трехфакторной схеме в 3-кратной повторности на опытном поле НИЛ Корма Самарского ГАУ. Объектами исследований стали отечественные гибриды подсолнечника (Сурус, Навара, Сульфур, Флеш, Джоя), возделываемые с внесением предпосевную культивацию АРАВИВА NPK(S) 1,0, 1,5) и 2,0 ц/га. Полевые опыты сопровождались лабораторно-полевыми наблюдениями и исследованиями. Агротехника опытов включала глубокое рыхление на 30 см, весеннее покровное боронование, внесение удобрений в расчетных дозах, предпосевная культивация на глубину заделки семян, посев с прикатыванием, обработка гербицидами в фазу 4 листа. В статье представлены результаты трехлетних исследований по воздействию различных норм комплексного минерального удобрения АРАВИВА NPK(S) на формирование урожая маслосемян гибридов подсолнечника. Наблюдается положительное воздействие удобрений на урожайность гибридов, прибавка относительно контроля при 1,0 ц/га – 9,9...17,8%; при 1,5 ц/га – 34,0...45,1% ц/га, при 2,0 ц/га – 42,2...50,7%. Так, содержание жира, в среднем за 3 года наблюдений, находилось в пределах 42,81...52,29. Наибольшая масличность также отмечена на вариантах с применением удобрения в норме 1,5 ц/га – 47,42...52,29%. Также стоит отметить увеличение масличности при норме 1,5 ц/га относительно 2,0 ц/га – разница доходила до 3,41%. Максимальным этот показатель был у гибридов Навара (от 48,07% до 50,94%) и Сурус (от 47,79% до 52,29%). В среднем за 3 года сбор масла с гектара закономерно возрастал с увеличением урожайности и масличности подсолнечника от 0,8...1,06 т/га (в среднем по гибридам 0,95 т/га) на контроле до 0,95...1,69 т/га при применении удобрений. На первом уровне минерального питания сбор масла в среднем по гибридам составил 1,04 т/га, на втором и третьем – 1,45 т/га. Среди изучаемых гибридов наибольший сбор масла с га был у гибридов Навара – 1,65...1,69 т/га и Сурус – 1,60...1,57 т/га на втором и третьем уровнях минерального питания соответственно.

Ключевые слова: гибриды подсолнечника, комплексное удобрение с серой, урожайность, продуктивность

Для цитирования: Киселева Л. В., Васин В. Г., Васина Н. В., Кожевникова О. П. Влияние комплексных удобрений на продуктивность отечественных гибридов подсолнечника // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 30-36. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-30-36](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-30-36)

Original article

THE INFLUENCE OF THE COMPLEX FERTILIZERS ON DOMESTIC SUNFLOWER HYBRIDS PRODUCTIVITY

L. V. Kiseleva^{1✉}, V. G. Vasin², N. V. Vasina³, O. P. Kozhevnikova⁴^{1, 2, 3, 4} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.

Abstract. The purpose of the study is to increase the productivity of the domestic sunflower hybrids when using the complex fertilizer with sulfur in the forest-steppe conditions of the Samara region. In 2023-2025 the field experiment was carried out according to a three-factor scheme in 3 repetitions on the experimental field of Korma Research Laboratory of the Samara State Agrarian University. The objects of the research were domestic sunflower hybrids (Surus, Navara, Sulfor, Flash, Joya), cultivated with the addition of pre-sowing cultivation АРАВИВА NPK(S) 1.0, 1.5) and 2.0 c/ha. Field experiments were accompanied by laboratory and field observations and research. The agricultural technology of the experiments included deep loosening of 30 cm, spring cover harrowing, application of the fertilizers in calculated doses, pre-sowing cultivation to the seeding depth, sowing with rolling, and treatment with herbicides in the 4-leaf phase. The article presents the results of three-year research on the impact of various rates of the complex mineral fertilizer АРАВИВА NPK(S) on the formation of the yield of oilseeds of sunflower hybrids. A positive effect of fertilizers on the yield of hybrids is observed, the increase relative to the control at 1.0 c/ha is 9.9...17.8%; at 1.5 c/ha – 34.0...45.1% c/ha, at 2.0 c/ha – 42.2...50.7%. Thus, the fat content, on average over 3 years of observation, was in the range of 42.81...52.29. The highest oil content was also noted in the variants using fertilizer at a rate of 1.5 c/ha - 47.42...52.29%. It is also worth noting the increase in oil content at a rate of 1.5 c/ha relative to 2.0 c/ha – the difference reached 3.41%. This figure was maximum for the hybrids Navara (from 48.07% to 50.94%) and Surus (from 47.79% to 52.29%). On average, over 3 years, oil collection per hectare naturally increased with an increase in sunflower yield and oil content from 0.8...1.06 t/ha (on average for hybrids 0.95 t/ha) in control to 0.95...1.69 t/ha when applying fertilizers. At the first level of mineral nutrition, the average oil yield for hybrids was 1.04 t/ha, at the second and third levels – 1.45 t/ha. Among the studied hybrids, the highest oil yield per hectare was for the Navara hybrids - 1.65...1.69 t/ha and Surus – 1.60...1.57 t/ha at the second and third levels of mineral nutrition, respectively.

Keywords: sunflower hybrids, complex fertilizer with sulfur, yield, productivity

For citation: Kiseleva, L. V., Vasin, V. G., Vasina, N. V. & Kozhevnikova, O. P. (2026). The influence of the complex fertilizers on domestic sunflower hybrids productivity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 30-36. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-30-36](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-30-36) (in Russian).

Введение. Подсолнечник – одна из ключевых масличных культур для российского агропромышленного комплекса (валовый сбор в последние годы держится на уровне 15...17 млн тонн). При этом, расширение посевных площадей подсолнечника уже невозможно, поскольку такое развитие событий потенциально может повлечь за собой неблагоприятные экологические последствия. Следовательно, в настоящее время дальнейшее наращивание объемов производства семян подсолнечника может быть достигнуто исключительно путем оптимизации агротехнических решений. Это включает в себя более точное прогнозирование урожайности отечественных гибридов и рациональное применение удобрений [1, 2, 4, 7, 10].

Приоритетным направлением должно стать активное внедрение инновационных методик и передовых технологий, способствующих повышению продуктивности посевов при одновременном снижении нагрузки на экосистему [3, 6, 8, 12]. Исследования, проведенные в различных агроклиматических зонах, демонстрируют значительный положительный эффект от применения комплексных удобрений, сбалансированных по содержанию азота (N), фосфора (P), калия (K) и серы (S), на продуктивность гибридов подсолнечника. Эти элементы, являясь базовыми компонентами для роста и развития растения, играют незаменимую роль в метаболических процессах, формировании репродуктивных органов и накоплении масличных веществ [4, 11, 13, 15].

Примером таких решений может служить подбор гибридов подсолнечника для определенных почвенно-климатических условий и оптимальных норм внесения комплексных удобрений. Азот, как основной строительный элемент белка и нуклеиновых кислот, стимулирует вегетативный рост, развитие листовой поверхности и, как следствие, фотосинтетическую активность, что напрямую влияет на потенциал урожайности. Фосфор, в свою очередь, играет критическую роль в энергетическом обмене, процессах цветения и формирования репродуктивных структур, а также в формировании корневой системы, обеспечивающей доступность других питательных веществ. Калий участвует в регуляции водного баланса, повышении устойчивости к стрессовым факторам (засуха, заморозки, болезни) и синтезе масел, улучшая качество семян. Сера, являясь компонентом аминокислот и масел, значительно улучшает процесс усвоения азота и фосфора, повышая их эффективность и способствуя накоплению масличности в семенах [2, 8, 16].

Акцент на сере (S) в системе удобрения подсолнечника – это современный и высокоточный агротехнический прием, который часто недооценивают. Подобный комплексный подход является единственным путем к обеспечению долгосрочной и сбалансированной динамики развития производства подсолнечника в стране [5, 7, 9, 14].

Грамотное применение комплексных удобрений в оптимальных дозах и соотношениях, является мощным инструментом для раскрытия генетического потенциала отечественных гибридов подсолнечника, направленным на достижение высоких и стабильных показателей урожайности с одновременным улучшением качества получаемой продукции.

Цель исследований – повышение продуктивности отечественных гибридов подсолнечника при применении комплексного удобрения АРАВИВА с серой в условиях лесостепи Самарской области

Задачи исследований - оценить урожайность, масличность и выход масла с урожаем при применении различных норм комплексного удобрения АРАВИВА NPK(S).

Материалы и методы исследований. Полевые эксперименты проводились в 2023-2025 годах на опытном участке НИЛ «Корма» Самарского ГАУ.

Исследования проводились согласно методике Б.А. Доспехова (1985). Изучались четыре варианта минерального питания: без удобрений (контроль), с внесением АРАВИВА NPK(S) 1,0 (условно Фон 1), 1,5 (Фон 2) и 2,0 (Фон 3) ц/га (фактор А) на гибридах Сурус, Навара, Сульфур, Флеш, Джоя (фактор Б). Повторность в опыте трехкратная, площадь делянки 93 м². Полевые опыты сопровождались лабораторно-полевыми наблюдениями и исследованиями. Агротехника проведения опытов включала глубокое рыхление, весеннее боронование, внесение удобрений в изучаемых дозах под предпосевную культивацию на глубину заделки семян, посев с прикатыванием (65 тыс. всх. семян/га), обработка гербицидом Гранд плюс 0,035 кг/га + Злактерр 0,2 л/га в фазу 4 листа.

АРАВИВА NPK(S) - Гранулированное, водорастворимое высококачественное комплексное минеральное удобрение с высоким содержанием калия (30%) и фосфора (20%), низким азотом (8%) и серой (2%). Повышает урожайность, стимулирует развитие корней и стрессоустойчивость растений [5].

Результаты исследований. Посев подсолнечника в 2023 году производился 11 мая, 2024 году – 14 мая, в 2025 году – 23 мая. Всходы появлялись в среднем на 10 день. Фаза полной спелости наступала в середине второй – начале третьей декады сентября. В жарких и острозасушливых условиях 2023 и 2024 гг. (ГТК 0,43 и 0,51

соответственно) период вегетации составил 106...112 дней, а в умеренном 2025 году (ГТК 0,85) – 116...122 дней. В результате проведенных наблюдений определено, что внесение удобрений приводит к заметному увеличению времени, необходимого гибридам для прохождения цикла от всходов до полной спелости.

Важными показателями оценки продуктивности гибридов подсолнечника являются их полнота всходов и сохранность растений к уборке. Эти два параметра напрямую коррелируют с урожайностью культуры и, как следствие, с экономической эффективностью сельскохозяйственного производства. Полнота всходов отражает потенциал гибрида к прорастанию в различных, зачастую неблагоприятных, условиях начального этапа вегетации. Высокая полевая всхожесть свидетельствует о хорошей энергии прорастания семян, их устойчивости к болезням и вредителям на ранних стадиях, а также о способности преодолевать стрессовые факторы, такие как заморозки или пересыхание верхних слоев почвы.

В среднем за 3 года наблюдений полнота всходов изучаемых гибридов находилась в пределах 85,7...93,6%, а сохранность составила 84,6...90,8% (табл. 1).

Таблица 1

Полнота всходов и сохранность растений к уборке, среднее за 2023-2025 гг., %

Вид удобрения	Вариант гибридов	Количество растений, тыс. шт. на 1 га	Полнота всходов, %	Количество растений, тыс. шт. на 1 га к уборке	Сохранность, %
Контроль (без удобрений)	Сурус	58,4	89,8	50,3	86,1
	Навара	55,7	85,7	47,1	84,6
	Сульфур	57,3	88,2	49,0	85,4
	Флеш	56,1	86,3	48,1	85,8
	Джоя	56,1	86,3	47,7	84,9
Норма внесения удобрений: 100 кг/га					
APAVIVA NPK(S)	Сурус	59,0	90,7	51,9	88,0
	Навара	57,5	88,5	49,7	86,4
	Сульфур	57,2	88,4	49,3	86,2
	Флеш	57,6	88,6	50,1	87,0
	Джоя	57,3	88,1	49,7	86,8
Норма внесения удобрений: 150 кг/га					
APAVIVA NPK(S)	Сурус	59,6	91,6	54,1	90,8
	Навара	57,9	89,0	51,9	89,7
	Сульфур	57,9	89,0	51,7	89,4
	Флеш	58,7	90,3	51,5	87,7
	Джоя	58,1	89,4	51,4	88,4
Норма внесения удобрений: 200 кг/га					
APAVIVA NPK(S)	Сурус	60,9	93,6	55,2	90,7
	Навара	59,1	90,9	52,8	89,3
	Сульфур	58,5	90,0	52,2	89,3
	Флеш	59,2	91,1	53,6	90,5
	Джоя	58,1	89,5	51,6	88,9

Внесение удобрения способствовало повышению показателя полноты всходов на 0,2...5,2%. На фоне 1 она поднялась до 88,1...91,6%, т.е. на 0,2...2,8% относительно контроля. На фоне 2 – до 89,0...91,6%, или на 0,8...3,3% относительно контроля и 0,5...1,7% относительно фона 1. На 3-м уровне минерального питания полнота достигала 89,3...93,6%, превышая контрольный вариант на 1,8...5,2%, первый уровень – на 0,6...1,7% и второй уровень – на 0,1...2%.

При более детальном сравнении на фоне применения удобрений наибольший прирост показателя полноты всходов был отмечен у гибрида Навара – от 2,8% при норме внесения 1,0 ц/га и до 5,2% – при 2,0 ц/га.

Сохранность растений к уборке демонстрирует устойчивость гибрида к биотическим и абиотическим стрессам на протяжении всего вегетационного периода. Сюда входят способность переносить засуху, высокие температуры и другие неблагоприятные климатические явления. Гибриды, демонстрирующие высокую сохранность растений, способны реализовать свой потенциал урожайности даже в сложных условиях.

Анализ сохранности растений показал следующие результаты: к моменту уборки на гектаре, в среднем за три года, насчитывалось от 47,1 до 55,2 тыс. шт. растений подсолнечника, сохранность составила от 84,6...90,8%.

Мы наблюдаем прямую взаимосвязь увеличения сохранности растений и применения удобрения APAVIVA: при норме внесения 1,0 ц/га прирост относительно контроля находился в пределах 0,8...1,9%; при норме 1,5 ц/га – 1,9...5,1%; при норме 2,0 ц/га – 0,7...3,3% (Рис. 1).

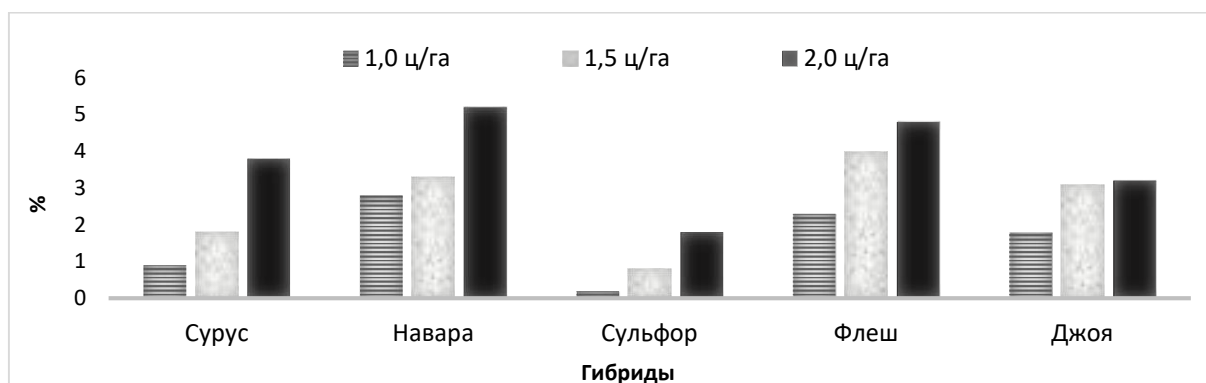


Рис. 1. Изменение сохранности растений подсолнечника к уборке при применении различных норм комплексного удобрения АРАВИВА NPK(S), среднее за 2023-2025 гг., %

Повышение нормы внесения удобрения с 1,0 до 1,5 ц/га увеличивало показатель сохранности на 1,9...5,1%, а до 2,0 ц/га – на 2,1...3,5%. Увеличение нормы с 1,5 до 2,0 ц/га у гибридов Сурус, Навара и Сульфур снижало данный показатель на 0,1...0,4%. На гибридах Флеш и Джоя наблюдался дальнейший рост этой величины – на 0,5...2,8%.

Лучшей сохранностью растений среди изучаемых гибридов характеризовался Сурус при норме внесения удобрения 1,5 ц/га – 90,8%.

Наиболее же отзывчивыми на применяемые нормы удобрения оказались гибриды Навара и Сурус, где прибавка относительно контроля и по полноте всходов, и по сохранности растений к уборке были значительно выше.

Анализ структуры урожая является ключевым инструментом для оценки продуктивности и жизнеспособности агроценозов. Он позволяет не просто констатировать конечный результат в виде массы собранной продукции, но и понять внутренние механизмы его формирования. Основная цель такого анализа – выявление закономерностей, связывающих количественные и качественные параметры урожая с комплексом внешних и внутренних факторов. В рамках данного исследования особое внимание уделялось влиянию удобрений и норм их внесения. Поскольку они являются мощным катализатором ростовых и репродуктивных процессов, был проведен детальный анализ изменения ключевых показателей структуры урожая под их воздействием. Оценивались такие параметры, как: количество корзинок 10 м²; масса семян с 10 корзинок; биологическая урожайность.

Сравнительный анализ этих показателей в различных вариантах опыта позволяет количественно оценить отклик культуры на применяемые агроприемы, выявить наиболее эффективные схемы питания и спрогнозировать реакцию растений на стрессовые условия. Это формирует научную основу для разработки адаптивных, ресурсосберегающих технологий, направленных на стабилизацию и повышение урожайности.

По данным, полученным за 2023-2025 гг. было выявлено, что у всех изучаемых гибридов количество корзинок на 10 м² находилось, в среднем, в пределах 47,1...55,2 шт. При этом внесение удобрения АРАВИВА дало значительную прибавку сохранности растений к уборке, а значит и количество корзинок на 10 м² выше: количество корзинок при норме внесения 1,0 ц/га увеличилась относительно контроля от 0,3 до 2,6 шт.; при 1,5 ц/га – от 2,7 до 4,8 шт.; при 2,0 ц/га – от 3,2 до 5,5 шт.

На фоне применения удобрения АРАВИВА на всех гибридах была отмечена прибавка к массе семян с 10 корзинок: рост относительно контроля при норме 1,0 ц/га составил 27,73...60,67 г. до массы в среднем по гибридам 472,48 г; при 1,5 ц/га – от 90,89...162,62 г. до 553,06 г; при 2,0 ц/га – до 131,94...166,35 г до 570,77 г. Наиболее отзывчивым оказался гибрид Навара, где наибольший прирост был отмечен при норме внесения удобрений 2,0 ц/га (на 166,6 г) достигнув массы семян с 10 корзинок 632,99 г.

Влажность к моменту уборки в среднем за 3 года наблюдений находилась в пределах 6,8...9,6%. В 2023 и 2024 гг. влажность была не более 8,4%, а в 2025 году доходила до 12,5%. Средняя за 3 года биологическая урожайность находилась в пределах от 1,89 до 3,34 т/га. Прирост урожайности при применении АРАВИВА был от 0,15 до 1,14 т/га; наибольший прирост на всех вариантах был у гибрида Навара – от 0,43 до 1,14 т/га. При внесении 1,0 ц/га прибавка составила от 0,15 до 0,43 т/га; при 1,5 ц/га от 0,64 до 1,08 т/га, при 2,0 ц/га от 0,86 до 1,14 т/га. Наиболее отзывчивыми на всех фонах применения удобрения были гибриды Навара и Сурус. Стоит отметить прирост при норме 1,5 ц/га относительно 1,0 ц/га до 6,38 ц/га, а при норме 2,0 ц/га относительно 1,5 ц/га прибавка составила 2,28 ц/га.

После перевода к 7% влажности урожайность изучаемых гибридов оказалась в диапазоне 1,88...3,32 т/га (табл. 2). Применение удобрения дало прибавку относительно контроля при 1,0 ц/га – 9,9...17,8%; при 1,5 ц/га – 34,0...45,1% ц/га, при 2,0 ц/га – 42,2...50,7%.

Таблица 2

Продуктивность гибридов подсолнечника, среднее за 2023-2025 гг.

Вариант гибридов	Урожайность, т/га	Содержание жира, %	Сбор масла, т/га
Контроль (без удобрений)			
Сурус	2,15	47,79	1,03
Навара	2,20	48,07	1,06
Сульфтор	1,96	47,36	0,93
Флеш	1,88	42,81	0,80
Джоя	2,00	45,81	0,92
Норма внесения удобрений APAVIVA: 1,0 ц/га			
Сурус	2,53	49,19	1,25
Навара	2,58	51,24	1,32
Сульфтор	2,16	48,06	1,04
Флеш	2,13	44,75	0,95
Джоя	2,26	48,00	1,09
Норма внесения удобрений APAVIVA: 1,5 ц/га			
Сурус	3,06	52,29	1,60
Навара	3,20	51,57	1,65
Сульфтор	2,74	50,50	1,39
Флеш	2,59	47,42	1,23
Джоя	2,69	50,72	1,36
Норма внесения удобрений APAVIVA: 2,0 ц/га			
Сурус	3,09	50,82	1,57
Навара	3,32	50,94	1,69
Сульфтор	2,86	47,98	1,37
Флеш	2,81	45,13	1,26
Джоя	2,85	47,31	1,34

HCP2023об. = 1,59; HCP2024об. = 1,71; HCP2025об. = 1,54

Эффективность внесения питательных веществ напрямую коррелирует с увеличением масличности семян и, как следствие, с ростом общего объема получаемого масла. Такой подход позволяет не только увеличить урожайность, но и повысить качественные характеристики конечного продукта, что имеет решающее значение на рынке растительных масел.

Исследования подтверждают, что правильно подобранная схема питания растений стимулирует более интенсивное накопление масличных веществ в семенах.

Так, содержание жира, в среднем за 3 года наблюдений, находилось в пределах 42,81...52,29. Наибольшая масличность отмечена на вариантах с применением удобрения в норме 1,5 ц/га – 47,42...52,29%.

При этом при норме 1,0 кг/га прибавка относительно контроля находилась в пределах – 0,7...3,17%, при норме 1,5 ц/га – 3,14...4,91%, при норме 2,0 ц/га – 0,62...3,03% (рис. 2). Также стоит отметить увеличение масличности при норме 1,5 ц/га относительно 2,0 ц/га – разница доходила 3,41%.

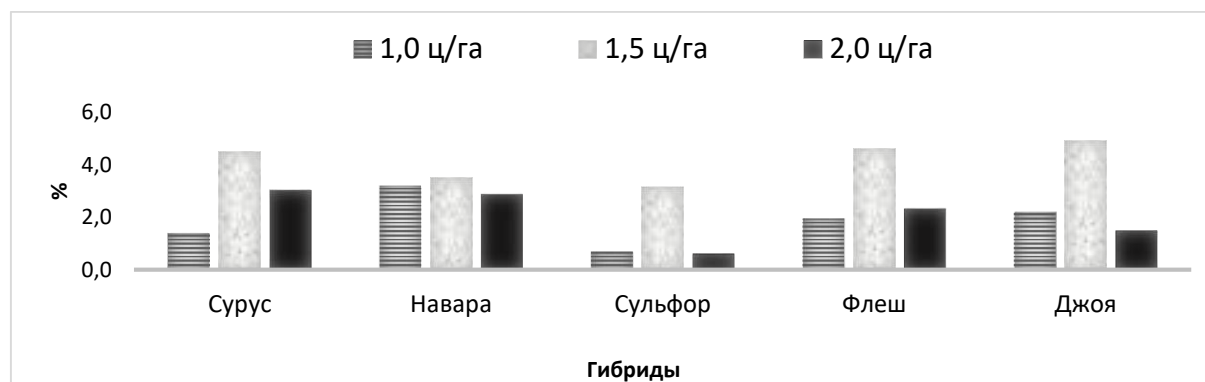


Рис. 2. Изменение масличности подсолнечника при применении различных норм комплексного удобрения APAVIVA NPK(S), среднее за 2023-2025 гг., %

Максимальным этот показатель был у гибридов Навара (до 50,94%) и Сурус (до 52,29%).

В среднем за 3 года сбор масла с гектара закономерно возрастал с увеличением урожайности и масличности подсолнечника от 0,8...1,06 т/га (в среднем по гибридам 0,95 т/га) на контроле до 0,95...1,69 т/га при применении удобрений. На первом уровне минерального питания сбор масла в среднем по гибридам составил 1,04 т/га, на втором и третьем – 1,45 т/га.

Среди изучаемых гибридов наибольший сбор масла с га был у гибридов Навара – 1,65...1,69 т/га и Сурус – 1,60...1,57 т/га на втором и третьем уровнях минерального питания соответственно.

Заключение. Увеличение уровня минерального питания представляет собой значительный резерв для повышения семенной продуктивности гибридов подсолнечника и дополнительного сбора масла с каждого гектара. Результаты трехлетних исследований позволяют считать оптимальной нормой внесения комплексного удобрения АРАВИВА NPK(S) на отечественных гибридах подсолнечника в условиях Самарской области 1,5 ц/га.

Список источников

1. Смирнов А. С., Васин С. А., Васин В. Г. [и др.] Формирование урожая гибридов подсолнечника при внесении удобрений с серой и цинком // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2025. Т. 4, № 3(15). С. 52-57. DOI: [10.37313/2782-6562-2025-4-3-52-57](https://doi.org/10.37313/2782-6562-2025-4-3-52-57) EDN: [XKECFI](#)
2. Смуров С. И., Панарин Д. И., Ступаков А. Г. [и др.] Продуктивность подсолнечника в зависимости от минеральных удобрений и звеньев севооборота на Юго-Западе ЦЧР // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 5. С. 21-28. EDN: [HWWBIS](#)
3. Кашуков М.В., Яхтанигова Ж. М., Бижев В. М. Эффективность применения минеральных удобрений и биопрепаратов в посевах подсолнечника // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 5. С. 30-32. EDN: [SNVSXB](#)
4. Саниев Р.Н. Ким В.Э., Васин В.Г., Васин А.В. Возделывание отечественных гибридов подсолнечника на планируемую урожайность и применение препарата Агроминерал // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (24). С. 24-28. DOI: [10.48612/vch/mfud-p9uv-4ep3](https://doi.org/10.48612/vch/mfud-p9uv-4ep3) EDN: [INQJRM](#)
5. Сычев В. Г., Ханиева И. М., Бозиев А. Л. [и др.] Влияние применения комплексных хелатных удобрений на продуктивность и качество семян подсолнечника в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Плодородие. 2024. № 2(137). С. 23-27. DOI: [10.25680/S19948603.2024.137.06](https://doi.org/10.25680/S19948603.2024.137.06) EDN: [QQESOM](#)
6. Стулин, А. Ф. Продуктивность подсолнечника при систематическом применении удобрений в севообороте на выщелоченном черноземе ЦЧЗ // Агрохимия. 1991. № 10. С. 64-70. EDN: [YHSERJ](#)
7. Киселева Л.В., Брежнев А.В., Васин В.Г., Ким В.Э. Формирование высокопродуктивных агроценозов подсолнечника при комплексной обработке органоминеральными удобрениями и стимуляторами роста в условиях Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 16-23. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_4_16](https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_4_16) EDN: [EFRWYC](#)
8. Лучинский, С. И., Кравченко Р. В. Органоминеральная Система применение удобрений на посевах подсолнечника на обыкновенном черноземе Краснодарского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2023. - № 190. С. 190-197. DOI: [10.21515/1990-4665-190-026](https://doi.org/10.21515/1990-4665-190-026) EDN: [DZRZBK](#)
9. Смирнов, А. С., Привалова Н. С., Кригер М. С. Формирование агрофитозенозов гибридов подсолнечника при применении комплексных удобрений с цинком в лесостепи Среднего Поволжья // Константиновские чтения : сборник научных трудов, 2024. С. 204-211.
10. Киселёва Л. В., Перцева Е. В., Кожевникова О. П., Брежнев А. В., Васин В. Г. Сравнительная продуктивность гибридов подсолнечника при применении комплекса удобрений // Современное состояние и инновационные пути развития земледелия, мелиорации и защиты почв от эрозии : сб. науч. тр., 2022. С. 215-221. EDN: [KZLSZE](#)
11. Потапов, Д. В., Саниев Р. Н. Продуктивность гибридов подсолнечника при применении удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вклад молодых ученых в аграрную науку : сборник научных трудов, 2019. С. 95-98. EDN: [FECTBQ](#)
12. Захаров, И. Ю. Сравнительная продуктивность гибридов подсолнечника при применении на посевах комплексных удобрений с серой и цинком / И. Ю. Захаров // Современные проблемы агропромышленного комплекса : сборник научных трудов, 2025. С. 14-19. EDN: [JWWYAP](#)
13. Никифоров, В. М. Использование микроудобрений в технологии возделывания подсолнечника на семена // Вестник Брянской ГСХА. 2023. № 3(97). С. 3-8. DOI: [10.52691/2500-2651-2023-97-3-3-8](https://doi.org/10.52691/2500-2651-2023-97-3-3-8) EDN: [FRYAAO](#)
14. V. Miklič, J. Ovuka, I. Balalić, N. Hladni, S. Cvejić, Z. Miladinov, S. Jocić. Effect of biostimulators on seed quality, yield and oil content in sunflower. // 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, 2016. P. 948-957.
15. Бушнев, А. С., Гриднев А. К., Орехов Г. И. Научное обоснование агротехнических приемов повышения продуктивности материнских форм и гибридов подсолнечника // Масличные культуры. 2025. № 3(203). С. 35-46. DOI: [10.25230/2412-608X-2025-3-203-35-46](https://doi.org/10.25230/2412-608X-2025-3-203-35-46) EDN: [DBDPUI](#)
16. Горянин О. И., Обущенко С. В., Джангабаев Б. Ж. [и др.] Эффективность применения удобрений в засушливых условиях Поволжья // Земледелие. 2020. № 8. С. 29-33. DOI: [10.24411/0044-3913-2020-10806](https://doi.org/10.24411/0044-3913-2020-10806) EDN: [DBBZSF](#)

References

1. Smirnov, A. S., Vasin, S. A., Vasin, V. G. [et al.] (2025). Formation of the yield of sunflower hybrids when applying fertilizers with sulfur and zinc. *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. (Agricultural Sciences)*. 4, 3(15). 52-57. DOI: [10.37313/2782-6562-2025-4-3-52-57](https://doi.org/10.37313/2782-6562-2025-4-3-52-57) EDN: [XKECFI](#) (in Russian).

2. Smurov, S. I., Panarin, D. I., Stupakov, A. G., Rashchenko, A. V., & Kulikova, M. A. (2023). Sunflower productivity depending on mineral fertilizers and crop rotation links in the South-West of the Central Black Sea region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 5. 21-28. EDN: [HWWBIS](#) (in Russian).
3. Kashukoev, M. V., Yakhtanigova, Zh. M., & Bizhev, V. M. (2014). Efficiency of using mineral fertilizers and biological products in sunflower crops. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences*. 5. 30-32. EDN: [SNVSXB](#) (in Russian).
4. Saniev, R. N. Kim, V. E., Vasin, V. G., & Vasin, A. V. (2023). Cultivation of domestic sunflower hybrids for the planned yield and the use of the drug Agromineral. *Bulletin of the Chuvash State Agrarian University*. 1 (24). 24-28. DOI: [10.48612/vch/mfud-p9uv-4ep3](#) EDN: [INQJRM](#) (in Russian).
5. Sychev, V. G., Khanieva, I. M., Boziev, A. L. [et al.] (2024) Influence of the use of complex chelated fertilizers on the productivity and quality of sunflower seeds in the Kabardino-Balkarian Republic *Fertility*. 2(137). 23-27. DOI: [10.25680/S19948603.2024.137.06](#) EDN: [QQESOM](#) (in Russian).
6. Stulin, A. F. (1991.) Productivity of Sunflower under the Systematic Application of Fertilizers in Crop Rotation on the Leached Chernozem of the Central Chernozem Region. *Agrokhimiya*. 10. 64-70. EDN: [YHSERJ](#) (in Russian).
7. Kiseleva, L. V., Brezhnev, A. V., Vasin, V. G., & Kim, V. E. (2022). Formation of highly productive sunflower agrocenoses with complex treatment with organomineral fertilizers and growth stimulants in the conditions of the Samara region. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 4. 16-23. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_4_16](#) EDN: [EFRWYC](#) (in Russian).
8. Luchinsky, S. I., Kravchenko, R. V. (2023). Organomineral System of Fertilizer Application in Sunflower Crops on Ordinary Chernozem in the Krasnodar Territory. *Politematic Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University*. 190. 190-197. DOI: [10.21515/1990-4665-190-026](#) EDN: [DZRZBK](#) (in Russian).
9. Smirnov, A. S., Privalova, N. S., and Krieger, M. S. (2024). Formation of Agrofytosanoses of Sunflower Hybrids when Using Complex Fertilizers with Zinc in the Forest-Steppe of the Middle Volga Region. *Konstantinov Readings*. 204-211. (in Russian).
10. Kiseleva, L. V., Pertseva, E. V., Kozhevnikova, O. P., Brezhnev, A. V., & Vasin, V. G. (2022). Comparative productivity of sunflower hybrids when using a fertilizer complex. *Current state and innovative ways of development of agriculture, land reclamation and soil erosion protection: collection of scientific papers*. 215-221. (in Russian).
11. Potapov, D. V., & Saniev R. N. (2019). Productivity of Sunflower Hybrids when Fertilizers are Applied in the Conditions of the Middle Volga Forest-Steppe. *Contribution of Young Scientists to Agricultural Science*. 95-98. EDN: [FECTBQ](#) (in Russian).
12. Zakharov, I. (2025). Comparative productivity of sunflower hybrids when complex fertilizers with sulfur and zinc are applied to crops. *Modern Problems of the Agro-Industrial Complex : collection of scientific papers*. 14-19. EDN: [JWWYAP](#) (in Russian).
13. Nikiforov, V. M. (2023). The use of microfertilizers in the technology of cultivating sunflower for seeds. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*. 3 (97). 3-8. DOI: [10.52691/2500-2651-2023-97-3-3-8](#) EDN: [FRYAAO](#) (in Russian).
14. V. Miklič, J. Ovuka, I. Balalić, N. Hladni, S. Cvejić, Z. Miladinov, S. Jocić . Effect of biostimulators on seed quality, yield and oil content in sunflower. *19th International Sunflower Conference*, Edirne, Turkey, 2016. P. 948-957.
15. Bushnev, A. S., Gridnev, A. K., Orekhov, G. I. (2025). Scientific substantiation of agrotechnical methods for increasing the productivity of mother forms and sunflower hybrids. *Oilseeds*. 3(203). 35-46. DOI: [10.25230/2412-608X-2025-3-203-35-46](#) EDN: [DBDPUI](#) (in Russian).
16. Goryanin, O. I., Obushchenko, S. V., Dzhagabaev, B. Zh. [et al.] (2020). The Effectiveness of Fertilizer Application in the Arid Conditions of the Volga Region. *Zemledelie*. No. 8. Pp. 29-33. DOI: [10.24411/0044-3913-2020-10806](#) EDN: [DBBZSF](#) (in Russian).

Информация об авторах:

Людмила Витальевна Киселева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1622-0353>; e-mail: milavi-kis@mail.ru

Василий Григорьевич Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-7880-9008>; e-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Наталья Владимировна Васина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0485-3281>; e-mail: vasina_nv@rambler.ru

Оксана Петровна Кожевникова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0001-9469-0505>; e-mail: kop.78@mail.ru

Information about the authors:

Lyudmila V. Kiseleva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-1622-0353>; e-mail: milavi-kis@mail.ru

Vasily G. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-7880-9008>; e-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Natalya V. Vasina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0485-3281>; e-mail: vasina_nv@rambler.ru

Oksana P. Kozhevnikova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0001-9469-0505>; e-mail: kop.78@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 5.05.2026; одобрена после рецензирования 22.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.

The article was submitted 5.05.2026; approved after reviewing 22.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 633.15:541.49

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-37-43>

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ-НЕМЕТАЛЛОВ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ, ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ

З. И. Усанова¹, М. Н. Павлов²✉

^{1, 2} Тверская Государственная сельскохозяйственная академия, Тверь, Россия.

Резюме. В работе представлены результаты исследования влияния разных соединений важнейших микроэлементов-неметаллов (бора, селена и йода) на растения кукурузы (*Zea mays* L.) – высокопродуктивного растения многостороннего использования, обладающего мощным генетическим потенциалом и ценными биологическими особенностями. Целью эксперимента служил выбор наиболее эффективных соединений микроэлементов-неметаллов, повышающих продуктивность кукурузы при возделывании в условиях Верхневолжья. Выявлено: 1 - в лабораторных условиях применение на проростках кукурузы при сравнении биологической активности традиционных борных и селеновых микроудобрений борной кислоты и селенита натрия с их хелатированными аналогами, а также йодида калия и периодата калия наблюдалось более выраженное стимулирующее действие на образование фотосинтетических пигментов и увеличение биомассы проростков борат-этилендиаминдисуццинатного комплекса (В-ЭДДЯК), селенит-этилендиаминдисуццинатного комплекса (Se-ЭДДЯК), образованных на основе этилендиаминдиуксусной кислоты ЭДДЯК, и йодида калия; 2 - при выращивании кукурузы в полевых условиях некорневая обработка вегетирующих растений раствором, содержащим В-ЭДДЯК, Se-ЭДДЯК и KI, увеличивала: выход сухой фитомассы на 4,3 %, содержание сырого протеина в зелёной массе и початках, содержание крахмала и аскорбиновой кислоты в початках. Также повышалось содержание биофлавоноидов в столбиках рыльцами двух вариантов опыта на 5,2 %, что может быть связано с действием бора, стимулирующего в растениях синтез фенольных соединений, к числу которых относятся и биофлавоноиды. Следовательно, трёхкомпонентная смесь, содержащая хелатные соединения микроэлементов бора, селена и йода, показала заметное положительное воздействие на продуктивность кукурузы и качество урожая.

Ключевые слова: кукуруза, проростки, микроэлементы-неметаллы, комплексонаты, биологическая активность

Благодарности: Авторы выражают глубокую признательность доценту Смирновой Татьяне Ивановне, к.х.н., за неоценимый вклад в проведение экспериментальной части работы, в частности, за организацию и выполнение лабораторных исследований с проростками кукурузы, приготовление растворов В- ЭДДЯК и Se-ЭДДЯК для полевого опыта.

Для цитирования: Усанова З. И., Павлов М. Н. Влияние микроэлементов-неметаллов на рост, развитие, продуктивность кукурузы и качество урожая // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 37-43. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-37-43](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-37-43)

Original article

THE INFLUENCE OF NON-METAL MICROELEMENTS ON GROWTH, DEVELOPMENT, CORN PRODUCTIVITY AND HARVEST QUALITY

Z. I. Usanova¹, M. N. Pavlov²✉

^{1, 2} Tver State Agricultural Academy, Tver, Russia.

Abstract. The paper presents the results of a study of the effect of various compounds of the most important non-metal microelements (boron, selenium and iodine) on corn (*Zea mays* L.) plants, a highly productive plant of versatile use, which has a powerful genetic potential and valuable biological features. The purpose of the experiment was to select the most effective compounds of non-metal trace elements that increase the productivity of corn when cultivated in the conditions of the Upper Volga region. Revealed: 1– in laboratory conditions, the use of corn seedlings on corn seedlings when comparing the biological activity of traditional boric and selenium microfertilizers of boric acid and sodium selenite with their chelated analogues, as well as potassium iodide and potassium periodate, a more pronounced stimulating effect on the formation of photosynthetic pigments and an increase in the biomass of seedlings was observed borate-ethylenediaminodisuccinate complex (B-EDDS), selenite-ethylenediaminodisuccinate complex (Se-EDDS) formed on the basis of ethylenediaminesuccinic acid EDDS, and potassium iodide; when growing corn in field conditions, foliar treatment of vegetative plants with a solution containing B-EDDS, Se-EDDS, and KI increased the yield of dry phytomass by 10.4%, the content of crude protein in the green mass and cobs, and the content of starch and ascorbic acid in the cobs. The content of bioflavonoids in the stigmas of the two experimental variants also increased by 5.2%, which may be due to the effect of boron, which stimulates the synthesis of phenolic compounds in plants, including bioflavonoids. Therefore, the three-component mixture containing chelated compounds of boron, selenium, and iodine had a significant positive impact on the productivity and quality of corn.

Keywords: corn, seedlings, non-metal trace elements, complexonates, biological activity

Acknowledgments: The authors express their deep gratitude to Associate Professor Tatyana Ivanovna Smirnova, Ph.D., for her invaluable contribution to the experimental part of this work. Particularly, we acknowledge her significant role in organizing and conducting laboratory research with corn seedlings, as well as for preparing B-EDDS and Se-EDDS solutions for the field experiment.

For citation: Usanova, Z. I. & Pavlov, M. N. (2026). The influence of non-metal microelements on growth, development, corn productivity and harvest quality. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 37-43. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-37-43](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-37-43) (In Russian).

Введение. В Нечерноземной зоне РФ кукуруза (*Zea mays* L.) культивируется в промышленных масштабах с начала 60-х годов XX века как ценное кормовое, пищевое и лекарственное растение [1, 2]. Она относится к числу растений, требовательных к условиям выращивания. На продуктивность культуры оказывает влияние генотип (более 25 %) и условия внешней среды (на 50 %) [3] в том числе уровень почвенного плодородия. Дефицит не только органической составляющей (гумуса), но и компонентов минерального питания, как макро-, так и микроэлементов в почвах, снижает возможную урожайность и ухудшает качество получаемой продукции.

Если роль микроэлементов-металлов, необходимых для роста и развития кукурузы, в большей или меньшей степени изучена, то влияние микроэлементов-неметаллов требует дальнейших исследований. Актуальность этого вопроса обостряется тем обстоятельством, что на фоне дефицита большей части элементов минерального питания растений почвы европейской части России характеризуются очень низким (в некоторых районах – на грани экологической катастрофы) содержанием иода и селена [4, 5, 6, 7, 8]. По этой причине до начала полевого опыта нами в лабораторных условиях было предпринято исследование влияния разных форм микроэлементов-неметаллов (бора, иода и селена) на начальные стадии развития растений кукурузы. Из литературных источников известно, что бор, потребляемый растениями в большем по сравнению с другими микроэлементами количестве, способствует увеличению биомассы растений и содержания хлорофилла, участвует в синтезе нуклеиновых кислот, фенольных производных и других биологически активных соединений [9, 10]. Значительно меньше информации содержится о функциях иода и селена в растительных организмах. В рамках принятой в агрохимии классификации селен и йод относят к ультрамикроэлементам: их содержание в сухой биомассе растений не превышает 0,0001% [11]. К настоящему времени известно, что селен повышает устойчивость растений к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Оба неметалла укрепляют иммунитет растений. Иод также способствует росту биомассы и ускорению плодоношения [1, 5, 12]. Уже несколько десятилетий известно, что микроэлементы легче и эффективнее поглощаются растениями в форме хелатных комплексов [13, 14].

Цель исследований – изучить влияние микроэлементов-неметаллов на рост, развитие и продуктивность растений кукурузы в лабораторных и полевых условиях.

Задачи исследований:

- 1) в лабораторной части опыта – сравнение биологической активности традиционных неорганических форм борного и селеного микроудобрений с их хелатированными аналогами (H_3BO_3 и В-ЭДДЯК, Na_2SeO_3 и Se-ЭДДЯК) с последующим выбором более эффективных соединений для использования в полевых условиях;
- 2) в полевых условиях – изучение влияния некорневой обработки растений кукурузы раствором, содержащим биологически эффективные и экологически безопасные соединения трёх важнейших микроэлементов-неметаллов: бора, селена и иода.

Поскольку иод не образует хелатных соединений, в лабораторных условиях сравнивали биологическую активность двух иодосодержащих солей, где иод проявляет максимальную отрицательную степень окисления -1 (KI) и максимальную положительную степень окисления +7 (KIO_4).

Материалы и методы исследований. Эксперимент был выполнен в два этапа. Первым этапом послужил лабораторный опыт. Проростки кукурузы гибрида Росс 199 МВ (ФАО 190) – двойной межлинейный гибрид, созданный в ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» были получены проращиванием зёрен на фильтровальной бумаге в чашках Петри при постоянной температуре 22 ± 1 °C. Зёрна заливали 50 мл опытных растворов: борной кислоты H_3BO_3 , борат-этилендиаминдисукулината В-ЭДДЯК, этилендиаминдиантарной кислоты ЭДДЯК с концентрацией растворённых веществ $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л; селенита натрия Na_2SeO_3 , селенит-этилендиаминдисукулината Se-ЭДДЯК, этилендиаминдиантарной кислоты ЭДДЯК с концентрацией растворённых веществ $2,53 \cdot 10^{-5}$ моль/л; иодида калия KI и иодата калия KIO_4 с концентрацией растворённых веществ $7,3 \cdot 10^{-6}$ моль/л. Этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК) – экологически безопасный биоутилизируемый комплексон [13, 15, 16].

Комплексонаты на основе ЭДДЯК, синтезированные на кафедре агрохимии, земледелия и лесопользования Тверской ГСХА, были испытаны в опытах Тверской ГСХА, где была доказана их эффективность в повышении урожайности и качества урожая различных культур [10, 17].

В чашки Петри с контрольными вариантами опыта приливали дистиллированную воду в таком же объёме, как и в опытных вариантах. В последующий период до окончания опыта содержимое чашек по мере необходимости увлажняли дистиллированной водой. Все варианты опыта выполнены в четырёхкратной повторности. В семидневных проростках определяли содержание фотосинтетических пигментов и их биомассу. Хлорофилл и каротиноиды определяли в ацетоновых экстрактах спектрофотометрическим методом (спектрофотометр СФ-56) (Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М. АCADEMA. 2009. 256 с.). Продолжением эксперимента послужил полевой опыт, осуществлённый на территории ООО «Скопа» в Сонковском районе Тверской области. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, сформированная на лессовидном суглинке. До закладки опыта в почве содержалось органического вещества – 2,4 %, N щелочно – гидролизующего – 68 мг/кг (по Корнфилду), P_2O_5 – 338 мг/кг и K_2O – 227 мг/кг (по Кирсанову), $pH_{\text{пол.}}$ – 5,3. Перед вспашкой в почву вносили навоз из расчёта 80 т/га. Площадь делянки 32 м², повторность четырёхкратная. Расположение делянок рендомизированное.

Доза внесения навоза 80 т/га является оптимальной для дерново-подзолистой почвы опытного участка, что подтверждается более ранними исследованиями авторов [2]. Она обусловлена низким исходным содержанием органического вещества (2,4%) и требовательностью кукурузы к уровню минерального питания. Применение микроэлементов и ультрамикроэлементов на фоне высокой дозы органических удобрений является обоснованным, поскольку даже при высоком уровне интенсификации в почвах Верхневолжья наблюдается выраженный дефицит селена и иода, что подтверждается исследованиями Аристархова А.Н. и соавторов [4].

Дополнительное внесение микроэлементов на фоне органических удобрений создает синергетический эффект. Их хелатные формы способствуют оптимизации минерального питания растений, более полному усвоению питательных веществ и компенсации возможного дефицита элементов [9].

Опытные делянки кукурузы в фазе выхода в трубку опрыскивали трёхкомпонентным водным раствором из расчёта 300 л/га. Содержание раствора в пересчёте на массовые доли растворённых веществ составляло: ω (В-ЭДДЯК) = 0,2650 %; ω (Se-ЭДДЯК) = 0,0044 %; ω (KI) = 0,0008 %.

Количественное определение Р-активных веществ в кукурузных столбиках с рыльцами в пересчёте на рутин проводили по И.К. Мурри (Волобуева В.Ф., Шатилова Т.И. Практикум по биохимии овощных, плодовых, ягодных, эфирноносных и лекарственных культур. М. РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева. 2008. 135 с.) с фотометрическим окончанием (фотометр КФК-3-2МП «ЗОМЗ»).

Статистическая обработка выполнена методом дисперсионного анализа по методике Б.А.Доспехова (1985) в программе STRAZ путем проведения однофакторного анализа с вычислением НСР при 5%-м уровне значимости.

Результаты исследований. Полученные в лабораторной части опыта данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Влияние соединений бора на проростки кукурузы

№	Воздействующее вещество раствора проращивания	Фотосинтетические пигменты, мг/100 г				Биомасса 20-ти проростков, г	
		хлорофилл а	хлорофилл b	хлорофилл а+ b	каротиноиды	надземная часть	корневая система
1	Вода (контроль)	125	114	239	75	5,67	3,67
2	H_3BO_3	142	153	295	58	7,03	4,45
3	В-ЭДДЯК	157	175	332	62	6,65	3,68
4	ЭДДЯК	121	162	283	54	7,01	3,57
НСР ₀₅		8	9	16	4	0,46	0,11

Как свидетельствуют данные таблицы 1, соединения бора и свободный комплекс ЭДДЯК вызвали увеличение зелёной массы проростков. Увеличение массы корневой системы отмечено только в варианте с борной кислотой. В-ЭДДЯК и ЭДДЯК в концентрации $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л не оказали существенного влияния на корневую систему проростков. Очень разбавленные растворы соединений иода и селена вызвали прирост надземной части проростков, но при этом сокращение массы корневой системы (табл. 2).

Наблюдаемое снижение массы корневой системы проростков (с 3,87 г до 2,86-3,39 г) при статистически значимом уровне (НСР₀₅ = 0,18 г) может быть объяснено особенностями метаболизма растений в начальной фазе развития. Известно, что при внесении микроэлементов в питательную среду происходит перераспределение пластических веществ между органами растения. В фазе прорастания активируются процессы синтеза фитогормонов, в частности ауксинов, которые способствуют направлению питательных веществ преимущественно к точкам активного роста, включая апикальные меристемы побегов [Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений в 2 т. Том 2. М.: Издательство Юрайт, 2023. 459 с.].

Таблица 2

Влияние соединений селена и йода на проростки кукурузы

№	Воздействующее вещество раствора проращивания	Фотосинтетические пигменты, мг/100 г				Биомасса 20-ти проростков, г	
		хлорофилл а	хлорофилл b	хлорофилл а+ b	каротиноиды	надземная часть	корневая система
1	Вода (контроль)	104	63	167	87	4,61	3,87
2	Na ₂ SeO ₃	116	88	204	72	6,39	3,08
3	Se-ЭДДЯК	139	108	247	141	6,62	3,23
4	ЭДДЯК	125	98	223	78	6,04	3,39
5	KI	118	107	225	122	5,63	3,05
6	KIO ₄	104	78	182	83	3,19	2,86
НСР ₀₅		4	6	7	6	0,46	0,18

Растворы всех использованных в опыте препаратов оказали действие, стимулирующее образование хлорофилла в проростках кукурузы. Наиболее эффективными в плане увеличения биомассы и содержания хлорофилла оказались хелатные комплексы бора и селена на основе ЭДДЯК. Из двух иодосодержащих препаратов лучшее стимулирующее действие обнаружил иодид калия. Периодат калия при некотором стимулирующем образовании хлорофилла действию вызвал задержку развития проростков.

Применение чистой ЭДДЯК в концентрации растворённых веществ $1,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л повышала в разных экспериментах надземную массу 20 проростков на 1,34-1,43 г (23,6-31,0 %), содержание хлорофилла а+в: на 44-56 мг/100 г (18,4-33,5 %). Статистическая обработка данных показывает, что различия между контролем и вариантом с чистой ЭДДЯК в опыте с соединениями бора по массе корневой системы 20 проростков находятся в пределах ошибки опыта (НСР₀₅ = 0,11 г), а в опыте с селеном и йодом наблюдается снижение величины показателя на 0,48 г. По увеличению содержания суммы хлорофиллов а+в варианты с В-ЭДДЯК и Se-ЭДДЯК оказали более существенное положительное влияние по сравнению с чистой ЭДДЯК соответственно на 49 и 24 мг/100 г (при НСР₀₅ = 7-16 мг/100 г). Таким образом, наблюдаемый эффект в опытных вариантах обусловлен именно действием комплексонов микроэлементов с ЭДДЯК, а не самим комплексоном.

Если учитывать тот факт, что проростки злаковых культур во всё возрастающих масштабах используются в диетологии как укрепляющие иммунитет биологически активные добавки к пище, а также в животноводстве – в качестве зелёной подкормки, можно сделать вывод о том, что введение в среду прорастания экологически безопасных соединений микроэлементов-неметаллов способствует увеличению выхода биомассы проростков и повышает их биологическую активность за счёт обогащения фотосинтетическими пигментами. На основании результатов лабораторного опыта было решено включить в планируемый полевой опыт вариант с некорневой обработкой вегетирующих растений кукурузы раствором, содержащим наиболее эффективные формы микроэлементов-неметаллов: В-ЭДДЯК, Se-ЭДДЯК и KI.

При выполнении полевого опыта 9.08.22 были отобраны для анализа образцы листьев и кукурузных столбиков с рыльцами. В листьях определяли содержание сухого вещества весовым методом и фотосинтетических пигментов спектрофотометрическим методом. Результаты приведены в таблице 3.

Судя по уровню содержания хлорофилла и каротиноидов, микроэлементная подкормка оказывает стимулирующее действие на растения кукурузы что, соответственно, сказывается на урожайности (табл. 3 и 4).

Таблица 3

Влияние внекорневой обработки на содержание сухого вещества и фотосинтетических пигментов в листьях кукурузы

№	Вариант опыта	Сухое вещество, %	Содержание пигментов, мг/ 100 г сырой массы				Соотношение хлорофиллов а / b
			хлорофилл а	хлорофилл b	хлорофилл а+ b	каротиноиды	
1	Контроль	23,5	306	121	427	74	2,5
2	В- Se-I	25,1	333	121	454	87	2,4
НСР ₀₅		1,3	7	2	7	4	0,1

Таблица 4

Урожай сухой фитомассы кукурузы

№	Вариант опыта	Урожай сухой фитомассы, ц/га		
		стебли с листьями	початки	общий
1	Контроль	57,2	71,5	128,7
2	В- Se-I	63,7	70,5	134,2
НСР ₀₅		3,8	0,5	3,3

Некорневая обработка повлияла не только на количественную составляющую, но и на качество урожая (табл. 5). Возросло содержание общего белка не только в початках (+ 4,4 %), но и в зелёной массе (+ 7,6 %), при этом и крахмалистость початков увеличилась на 4,1 %.

Таблица 5

Качество урожая зелёной массы и початков, % на абсолютно сухое вещество

№	Вариант опыта	Стебли + листья	Початки	
		сырой протеин	сырой протеин	крахмал
1	Контроль	3,03	6,53	31,4
2	B- Se-I	3,26	6,82	32,6
НСП ₀₅		0,15	0,24	0,9

Пищевая и лекарственная ценность растительной продукции в значительной степени определяется содержанием витаминов. Одним из важнейших из них является аскорбиновая кислота. Основными функциями аскорбиновой кислоты (витамина С) в организмах человека и животных являются антиоксидантная и иммуностабилзирующая. Накопление аскорбиновой кислоты в растениях сильно зависит от внешних условий и географической широты территории выращивания. Чем севернее находится место культивирования, тем больше витамина С накапливается в листьях, стеблях и плодах растения [7, 14]. Полученные результаты анализа вполне соответствуют этому эмпирическому правилу. По литературным источникам зерно кукурузы, полученное, очевидно, в основных традиционных регионах возделывания этой культуры (Краснодарский и Ставропольский края, среднее и южное Поволжье) содержит около 6,8 мг/100 г аскорбиновой кислоты. В результате проведённого нами опыта содержание аскорбиновой кислоты в зерне кукурузы опытного варианта (таблица 6), оказалось на 48,5 % выше, чем по справочным данным (Кукуруза / под ред. Щербак В.А. МинскФизи: Беларуская наука. 1998. 200 с.; Кьосев Л.А. Лекарственные растения. Самый полный справочник. М. Эксмо. 2011. 944 с.; Третьяков Н.Н. Кукуруза в нечерноземной зоне. М.: Колос. 1974. 224 с.) и на 12,9 % выше, чем в зерне контрольного варианта. Исходными веществами при биосинтезе витамина С в растениях служат глюкоза и другие моносахариды [18], метаболизм которых связан с присутствием в растительных клетках бора [9].

Таблица 6

Влияние различных препаратов на содержание витаминов в кукурузе, мг/100 г

№	Вариант обработки	Содержание аскорбиновой кислоты в зерне кукурузы 15.09.22	Содержание биофлавоноидов в кукурузных столбиках с рыльцами в пересчёте на рутин 09.08.22
1	Контроль	7,8	155
2	B - Se-I	10,1	163
НСП ₀₅		1,9	5

Кукурузные столбики с рыльцами служат лекарственным сырьём, применяемым для получения отваров, настоев, экстрактов при лечении заболеваний печени, желчного пузыря и почек. Фармацевтическая ценность этих лекарственных форм обеспечивается целым комплексом содержащихся в них биологически активных веществ: биофлавоноидов, фитостеринов, витаминов, горечей, камедей, гликозидов [3, 14]. Одним из важнейших компонентов этого комплекса являются биофлавоноиды (Р-активные вещества), обладающие сосудоукрепляющим, противоопухолевым, иммуностимулирующим действием (Кьосев Л.А. Лекарственные растения. Самый полный справочник. М. Эксмо. 2011. 944 с.; Носов А.М. Лекарственные растения в официальной и народной медицине. М. Эксмо. 2005. 800 с.).

Отличие в содержании биофлавоноидов в кукурузных столбиках двух вариантов опыта с составило 5,2 % (табл. 6).

По-видимому, это также можно расценивать как действие бора, стимулирующего в растениях синтез фенольных соединений, к числу которых относятся и биофлавоноиды. По-видимому, ультрамикроэлементы селен и иод, стимулируя адаптацию довольно теплолюбивого растения кукурузы к условиям Нечерноземья, также внесли определённый вклад в оптимизацию продуктивности этой культуры.

Заключение. На проростках кукурузы при сравнении биологической активности традиционных борных и селеновых микроудобрений борной кислоты и селенита натрия с их хелатированными аналогами, а также иодида калия и периодата калия показано, что более выраженным стимулирующим действием на образование фотосинтетических пигментов и увеличение биомассы проростков обладают борат-этилендиаминдисулфонатный комплекс (В-ЭДДЯК), селенит-этилендиаминдисулфонатный комплекс (Se-ЭДДЯК), образованные на основе этилендиаминдизантарной кислоты (ЭДДЯК), и иодид калия.

При выращивании кукурузы в полевых условиях некорневая обработка вегетирующих растений раствором, содержащим В-ЭДДЯК, Se-ЭДДЯК и KI, увеличила выход сухой фитомассы на 4,3 % при обогащении белком как зелёной массы, так и початков, а также початков – крахмалом и аскорбиновой кислотой. Следовательно, трёхкомпонентная смесь, содержащая хелатные соединения микроэлементов бора, селена и иода, показала заметное положительное воздействие на продуктивность кукурузы и качество урожая.

Список источников

1. Усанова З. И., Мигулев П. И., Фаринюк Ю. Т., Павлов М. Н., Смирнова Т. И. Программирование урожайности кукурузы при использовании в технологии возделывания органических, комплексных удобрений и биопрепаратов. 2023. 131 с. EDN: [AFPYBY](#)
2. Усанова З.И., Мигулев П.И. Получение запрограммированных урожаев кукурузы в условиях Верхневолжья // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 45-48. DOI: [10.28983/asj.y2019i4pp45-48](#) EDN: [ZJGRNH](#)
3. Горбачёва А.Г., Орлянская Н.А., Ветошкина И.А., Чеботарёв Д.С. Результаты оценки адаптивности родительских форм - линий кукурузы // Аграрный научный журнал. 2023. № 1. С. 4-10. DOI: [10.28983/asj.y2023i1pp4-10](#) EDN: [LYHVLQ](#)
4. Аристархов А.Н., Бусыгин А.С., Яковлева Т.А. Дефицит селена в почвах и растениях северо-восточного Нечерноземья // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 1. С. 31-35. LYHVLQ. DOI: [10.28983/asj.y2023i1pp4-10](#) EDN: [LKEBGS](#)
5. Блинохватов А.Ф., Денисова Г.В., Ильин Д.Ю., Иванов А.И. и др. Селен в биосфере / под ред. А.Ф. Блинохвата. Пенза. РИО ПГСХА. 2001. 324 с. ISBN: 5-94338-011-6 EDN: [UMIIX](#)
6. Зборщук Ю.И., Зырин Н.Г. Среднее содержание В, Мн, Со, Си, Мо и I в почвах европейской части СССР // Агрохимия. 1974. № 3. С. 88-94.
7. Коробова Е.М. Медь, кобальт и иод в почвах Нечерноземной зоны Русской равнины: специальность 11.00.01 «Физическая география, геофизика и геохимия ландшафта»: автореферат дисс. канд. географ. наук / Коробова Елена Михайловна, М.: Изд-во МГУ. 1992. 25 с. EDN: [ZJJHMR](#)
8. Сычев В. Г. и др. Проблема селена и ее решение агрохимическими средствами состояние исследований по проблеме селена в агроэкосистемах // Плодородие. 2015. №. 4 (85). С. 2-5. EDN: [UAXISZ](#)
9. Пашкевич Е.Б., Суворова Е.Е., Верховцева Н.В. Физиолого-биохимические функции бора в растении // Агрохимия. 2011. № 11. С. 85-96. EDN: [OJFHXY](#)
10. Усанова З.И., Мигулев С.П., Павлов М.Н. Продуктивность сортов картофеля при применении некорневых подкормок в условиях Верхневолжья [Электронный ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. 2022. № 4. DOI: [10.51419/202124421](#) EDN: [NLPPSK](#)
11. Битюцкий Н. П. Микроэлементы высших растений: монография. Санкт-Петербург: СПбГУ, 2020. 368 с.
12. Kiferle C., Martinelli M., Salzano A. M., Gonzali S., Beltrami S., Salvadori P. A., ... Perata P. (2021). Evidences for a nutritional role of iodine in plants // *Frontiers in plant science*. 12. 616868. DOI: [10.3389/fpls.2021.616868](#)
13. Горелов И. П., Никольский В. М., Мухометзянов А. Г., Абрамовская Н. Н. и др. Комплексоны, производные дикарбоновых кислот. // Химия в сельском хозяйстве. 1987. 25, № 1. С. 48-49.
14. Дятлова Н.М., Тёмкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексоны металлов. 1988. 544 с.
15. Смирнова Т.И., Дроздов И.А., Павлов М.Н. Исследование деградации комплексонов, производных янтарной кислоты, и их боросодержащих комплексов под действием микробиологических препаратов // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 6. С.49-53. DOI: [10.18412/1816-0395-2021-6-49-53](#) EDN: [EBYYGJ](#)
16. Smirnova T.I., Khizhnyak S.D., Nikol'skii V.M., Khalyapina Y.M., Pakhomov P.M. Degradation of complexons derived from succinic acid under uv radiation. *Russian Journal of Applied Chemistry*. 2017. Vol. 90. No. 4. P. 406-411. DOI: [10.1134/S1070427217040024](#) EDN: [YTLXMF](#)
17. Смирнова Т. И., Шилова О. В., Павлов М. Н. [и др.] Влияние комплексонов на содержание хлорофилла в растениях // Агрохимический вестник. 2024. № 2. С. 72-76. DOI: [10.24412/1029-2551-2024-2-013](#) EDN: [KWAOLS](#)
18. Тяпкина Д.Ю., Кочнева Е.З., Слугина М.А. Накопление витамина С в сочных плодах: биосинтез и рециркуляция, гены и ферменты // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. № 23 (3). С. 270-280. DOI: [10.18699/VJ19.492](#) EDN: [XCPAOP](#)

References

1. Usanova, Z. I., Migulev, P. I., Farinyuk, Yu. T., Pavlov, M. N., & Smirnova, T. I. (2023). Programming of Corn Yield Using Organic, Complex Fertilizers, and Biopreparations in Cultivation Technology. EDN: [AFPYBY](#) (in Russian).
2. Usanova, Z. I., & Migulev, P. I. (2019). Obtaining programmed corn yields in the conditions of the Upper Volga. *Agrarian Scientific Journal*, 4, 45-48. DOI: [10.28983/asj.y2019i4pp45-48](#) EDN: [ZJGRNH](#) (in Russian)
3. Gorbacheva, A. G., Orlyanskaya, N. A., Vetoshkina, I. A., & Chebotarev, D. S. (2023). The results of assessing the adaptability of parental forms – maize lines. *Agrarian Scientific Journal*, 1, 4-10. DOI: [10.28983/asj.y2023i1pp4-10](#) EDN: [LYHVLQ](#) (in Russian)
4. Aristarkhov, A. N., Busygin, A. S., & Yakovleva, T. A. (2018). Selenium deficiency in soils and plants of the northeastern Non-Chernozem region. *International Agricultural Journal*, 1, 31-35. DOI: [10.28983/asj.y2023i1pp4-10](#) EDN: [LKEBGS](#) (in Russian)
5. Blinokhvato, A. F., Denisova, G. V., Ilyin, D. Yu., Ivanov, A. I., et al. (2001). Selenium in the biosphere (A. F. Blinokhvato, Ed.). RIO PGSKhA. ISBN: 5-94338-011-6 EDN: [UMIIX](#) (in Russian)
6. Zborshchuk, Yu. I., & Zyrin, N. G. (1974). The average content of B, Mn, Co, Cu, Mo and I in the soils of the European part of the USSR. *Agrochemistry*, 3, 88–94. (in Russian)
7. Korobova, E. M. (1992). Copper, cobalt and iodine in the soils of the Nonchernozem zone of the Russian Plain (Unpublished doctoral dissertation). *Publishing House of Moscow State University*. EDN: [ZJJHMR](#) (in Russian)
8. Sychev, V. G., Aristarkhov, A. N., Yakovleva, T. A., Panisin, V. I., & Busygin, A. S. (2015). The problem of selenium and its solution by agrochemical means. General contours of studies of the selenium problem in the system of the Geographical network of VNIIA and the state agrochemical service. *Fertility*, 5, 2–5. EDN: [UAXISZ](#) (in Russian)

9. Pashkevich, E. B., Suvorova, E. E., & Verkhovtseva, N. V. (2011). Physiological and biochemical functions of boron in a plant. *Agrochemistry*, 11, 85-96. EDN: [OJFHXY](#) (in Russian)
10. Usanova, Z. I., Migulev, S. P., & Pavlov, M. N. (2022). Productivity of potato varieties when using foliar dressings in the conditions of the Upper Volga region. *AgroEcoInfo: Electronic Scientific and Production Journal*, 4 DOI: [10.51419/202124421](#) EDN: [NLPPSK](#) (in Russian)
11. Bityutsky N. P. Microelements of Higher Plants: Monograph. St. Petersburg: SPbSU, 2020. 368 p. (in Russian)
12. Kiferle, C., Martinelli, M., Salzano, A. M., Gonzali, S., Beltrami, S., Salvadori, P. A., ... & Perata, P. (2021). Evidences for a nutritional role of iodine in plants. *Frontiers in plant science*, 12, 616868. DOI: [10.3389/fpls.2021.616868](#)
13. Gorelov, I. P., Nikolsky, V. M., Mukhometzyanov, A. G., Abramovskaya, N. N., et al. (1987). Complexones, derivatives of dicarboxylic acids. *Chemistry in Agriculture*, 25(1), 48-49. (in Russian)
14. Dyatlova, N. M., Tyomkina, V. Ya., & Popov, K. I. (1988). Complexons and complexonates of metals. (in Russian)
15. Smirnova, T. I., Drozdov, I. A., & Pavlov, M. N. (2021). Investigation of the degradation of complexones, derivatives of succinic acid, and their boron-containing complexes under the action of microbiological preparations. *Ecology and Industry of Russia*, 25(6), 49-53. DOI: [10.18412/1816-0395-2021-6-49-53](#) EDN: [EBYGGJ](#) (in Russian)
16. Smirnova, T. I., Khizhnyak, S. D., Nikol'skii, V. M., Khalyapina, Y. M., & Pakhomov, P. M. (2017). Degradation of complexons derived from succinic acid under UV radiation. *Russian Journal of Applied Chemistry*, 90(4), 406-411. DOI: [10.1134/S1070427217040024](#) EDN: [YTLXMF](#)
17. Smirnova, T. I., Shilova, O. V., Pavlov, M. N., et al. (2024). The effect of complexones on chlorophyll content in plants. *Agrochemical Bulletin*, 2, 72-76. DOI: [10.24412/1029-2551-2024-2-013](#) EDN: [KWAOLS](#) (in Russian)
18. Tyapkina, D. Yu., Kochneva, E. Z., & Slugina, M. A. (2019). Vitamin c in fleshy fruits: biosynthesis, recycling, genes, and enzymes. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 23(3), 270-280. DOI: [10.18699/VJ19.492](#) EDN: [XCPAOP](#) (in Russian)

Информация об авторах:

Зоя Ивановна Усанова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-9077-6114>; e-mail: rastenievodstvo@mail.ru

Максим Николаевич Павлов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <http://orcid.org/0000-0003-1220-3414>; e-mail: maxnipav@gmail.com

Information about the authors:

Zoya I. Usanova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-9077-6114>; e-mail: rastenievodstvo@mail.ru

Maxim N. Pavlov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor;

ID: <http://orcid.org/0000-0003-1220-3414>; e-mail: maxnipav@gmail.com

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 28.04.2026; одобрена после рецензирования 20.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.

The article was submitted 28.04.2026; approved after reviewing 20.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 631.5:633.11:631.84:631.86

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-44-50>

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ

О. Л. Салтыкова

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме. Цель исследований – рассмотрение и анализ многолетних исследований, направленных на изучение технологий возделывания озимой пшеницы с применением минеральных и органических удобрений при разных способах основной обработки почвы на черноземе типичном, что являлось частью научно-исследовательской темы «Разработка экологически безопасных и энергосберегающих основных элементов систем земледелия и агротехнологий возделывания полевых культур, адаптированных к условиям лесостепи Самарской области». Наибольшие показатели урожайности были получены у сорта Малахит на вариантах без осенней механической обработки почвы при внесении аммиачной селитры (2,7 т/га) и при двукратном применении азотных удобрений (2,8 т/га), у сорта Светоч – при вспашке с внесением навоза (3,5 т/га) и вермикомпоста (3,4 т/га). Наибольшая белковость зерна (15 %) у сорта Светоч также отмечалась при вспашке и применении навоза. При возделывании озимой пшеницы сорта Малахит отмечался эффект отрицательной корреляции между относительным содержанием белка в зерне и урожайностью. Так, наибольшее содержание белка (14 %) было получено при вспашке с дробным внесением азотных удобрений. Показатель стекловидности зерна пшеницы в наибольшей степени проявился на вариантах с высокой белковостью зерна, а показатели натурности зерна и массы 1000 зерен на вариантах с повышенной урожайностью. Наибольшее содержание азота в зерне озимой пшеницы было получено у сорта Малахит (2,44 %) при вспашке с двукратным применением азотных подкормок, у сорта Светоч (2,65 %) при вспашке с внесением навоза. Применение двукратного азотного питания при вспашке и без осенней механической обработки почвы и навоза при вспашке формировало наибольший вынос азота.

Ключевые слова: озимая пшеница, способы основной обработки почвы, удобрения, урожайность, белок, натурная масса зерна, масса 1000 зерен, вынос азота

Для цитирования: Салтыкова О. Л. Сравнительный аспект совершенствования агротехнологий возделывания озимой пшеницы на черноземе типичном // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 44-50. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-44-50](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-44-50)

Original article

COMPARATIVE ASPECT OF IMPROVING AGROTECHNOLOGIES FOR CULTIVATING WINTER WHEAT ON TYPICAL BLACK SOIL

O. L. Saltykova

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia.

Abstract. The purpose of the research is to review and analyze long-term studies aimed at studying the technologies of cultivating winter wheat using mineral and organic fertilizers with different methods of basic soil cultivation on typical chernozem, which was part of the research topic "Development of environmentally friendly and energy-saving basic elements of farming systems and agricultural technologies for cultivating field crops adapted to the conditions of the forest-steppe zone of the Samara Region." The highest yields were obtained from the Malakhit variety in variants without autumn mechanical tillage when applying ammonium nitrate (2.7 t/ha) and when applying nitrogen fertilizers twice (2.8 t/ha), and from the Svetoch variety when plowing with manure (3.5 t/ha) and vermicompost (3.4 t/ha). The highest grain protein content (15%) was also observed in the Svetoch variety when plowing and applying manure. In the cultivation of Malakhit winter wheat, there was a negative correlation between the relative protein content in the grain and the yield. For example, the highest protein content (14%) was obtained when plowing was combined with the application of nitrogen fertilizers. The glassiness index of wheat grain was most pronounced in the variants with high grain protein content, and the indices of grain nature and weight of 1,000 grains were most pronounced in the variants with high yield. The highest nitrogen content in winter wheat grain was obtained in the Malakhit variety (2.44%) when plowing was combined with two applications of nitrogen fertilizers, and in the Svetoch variety (2.65%) when plowing was combined with the application of manure. The use of double nitrogen fertilization during plowing and without autumn mechanical tillage and manure during plowing resulted in the highest nitrogen removal.

Keywords: winter wheat, methods of basic soil cultivation, fertilizers, yield, protein, natural weight, weight of 1,000 grains, nitrogen removal

For citation: Saltykova, O. L. (2026). Comparative aspect of improving agrotechnologies for cultivating winter wheat on typical black soil. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 44-50. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-44-50](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-44-50) (In Russian).

Введение. Современная общепризнанная мировым сообществом концепция устойчивого развития аграрного сектора предполагает обеспечение населения продовольствием, повышение уровня и качества жизни сельского населения, создание экологически безопасных условий ведения сельскохозяйственного производства на основе рационального использования природного потенциала, внедрения ресурсосберегающих технологий [1, 2].

Переход от традиционных технологий к более экономичным и ресурсосберегающим считается ключевым стратегическим направлением для обеспечения устойчивого развития. Применение таких технологий способствует стабилизации сельского хозяйства и удовлетворению возрастающего мирового спроса на сельскохозяйственную продукцию. Проводимые мероприятия не должны нарушать естественные процессы саморегуляции экосистем, ухудшать экологическое состояние почвы [3, 4].

Для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства и сохранения природных ресурсов необходимо создание и применение научно-обоснованной адаптивно-ландшафтной системы земледелия, неотъемлемой частью которой выступают агротехнологии [5, 6].

Среди всех составляющих элементов системы земледелия ключевая роль в регулировании водного режима, в повышении плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур отводится обработке почвы и удобрениям [7, 8, 9].

Цель исследований – рассмотрение и анализ многолетних исследований, направленных на изучение технологий возделывания озимой пшеницы с применением минеральных и органических удобрений при разных способах основной обработки почвы на черноземе типичном.

Материалы и методы исследований. На протяжении многих лет исследований (2004-2022 гг.) изучалось влияние способов основной обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, что являлось частью выполнения темы «Разработка экологически безопасных и энергосберегающих основных элементов систем земледелия и агротехнологий возделывания полевых культур, адаптированных к условиям лесостепи Самарской области» (№ гос. регистрации 01.201376406).

Исследования проводились в пятипольном зернопаровом севообороте на опытном поле Самарского государственного аграрного университета, расположенного в центральной зоне Самарской области или в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Севооборот включал следующее чередование культур: 1) чистый пар; 2) озимая пшеница; 3) соя; 4) яровая мягкая пшеница; 5) яровой ячмень.

Почва опытного участка выровненная, представленная черноземом типичным среднесильно-тяжелосуглинистым среднегумусным (5,7%) с реакцией среды (pH) близкой к нейтральной, обладающая сравнительно большой поглотительной способностью, по физико-химическим и водным свойствам вполне отвечающая требованиям успешного возделывания зерновых культур. По северной и южной границам опытного поля имеются старые лесные полосы.

Схема опыта включала следующие варианты основной обработки почвы: 1) отвальная обработка – вспашка на 20-22 см; 2) безотвальная обработка – рыхление почвы на 10-12 см; 3) без осенней механической обработки почвы, где в паровом поле применялся гербицид сплошного действия Торнадо в дозе 3 л/га, а посев культуры был прямым сеялкой Primera DMC 601.

С 2004 по 2007 гг. изучалось возделывание пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) сорта Малахит (внесен в Госреестр по Средневолжскому региону (7)), где предшественником являлся чистый пар. Сорт по своим агрономическим признакам, морфологическим и производственным характеристикам являлся среднеспелым, зимостойким (выше средней), засухоустойчивым (высокая), с высотой растений 77-106 см, массой 1000 зерен 34-41 г, средней урожайностью в регионе – 30,8 ц/га, максимальной урожайностью – 62,2 ц/га (Ульяновская область).

Вносились минеральные азотные удобрения: 1) без удобрений (контроль); 2) аммиачная селитра (34,6 % нитратного и аммонийного азота в соотношении 1:1), прикорневая подкормка весной в фазу кущения в дозе 30 кг/га действующего вещества (N₃₀), 3) аммиачная селитра, прикорневая подкормка весной в фазу кущения в дозе 30 кг/га действующего вещества (N₃₀) и мочевины (карбамид) (46 % азота) – некорневая подкормка в фазу колошения в дозе 30 кг/га действующего вещества (N₃₀).

Площадь делянок – 1200 м². Повторность опытов трехкратная.

С 2016-2022 гг. изучалось возделывание пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) сорта Светоч (элита). Сорт включен в Госреестр по Средневолжскому региону (7) и является среднеспелым, засухоустойчивым, зимостойким (выше средней), с высотой растений 90-100 см, массой 1000 зерен 38-43 г, урожайностью в конкурсном испытании – 35,7 ц/га, а в благоприятные годы – 59 ц/га, содержанием белка в зерне 13-14%.

В этот период кафедрой землеустройства, почвоведения и агрохимии Самарской государственной сельскохозяйственной академии (ныне Самарский ГАУ) были введены в схему опытов органические удобрения в дополнение к основным обработкам почвы.

В паровом поле вносили различные органические удобрения: 1) без внесения удобрений (контроль); 2) навоз перепревший, 30 т/га в физическом весе. Навоз содержит до 20% азота, 75-90 % органического вещества, в том числе гуминовые кислоты и другие легко и трудно разлагающиеся компоненты; 3) вермикомпост (биогу́мус), 3 т/га в физическом весе. Вермикомпост – экологически чистый продукт жизнедеятельности дождевых червей в основе состава которого сложная смесь высокомолекулярных природных органических соединений (гуминовые кислоты) и их солей-гуматов – натуральных стимуляторов роста, а также содержащий в себе набор полезных питательных веществ, макро и микроэлементов, растительные гормоны, антибиотики, энзимы, полезную микрофлору. Вермикомпост усваивается почвой на 90-95%. Содержание в нем вредных нитратов минимально.

Площадь делянок – 750 м². Повторность опытов трехкратная.

Учёт урожая проводили методом сплошной уборки учетной площади делянок комбайном. Урожай приводили к 100% чистоте и к 14% влажности (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985). Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с использованием пакета компьютерных программ Excel и «Пакета программ по статистике».

Результаты исследований. Озимая пшеница занимает лидирующие позиции среди зерновых культур по своей значимости, ценности и урожайности, предъявляет повышенные требования к плодородию почвы. Для нее наиболее пригодны почвы с мощным гумусовым горизонтом, высоким содержанием питательных веществ и хорошими водно-физическими свойствами. В связи с этим озимую пшеницу справедливо называть растением культурного земледелия и при высоком уровне агротехники она дает высокие и устойчивые урожаи [10, 11].

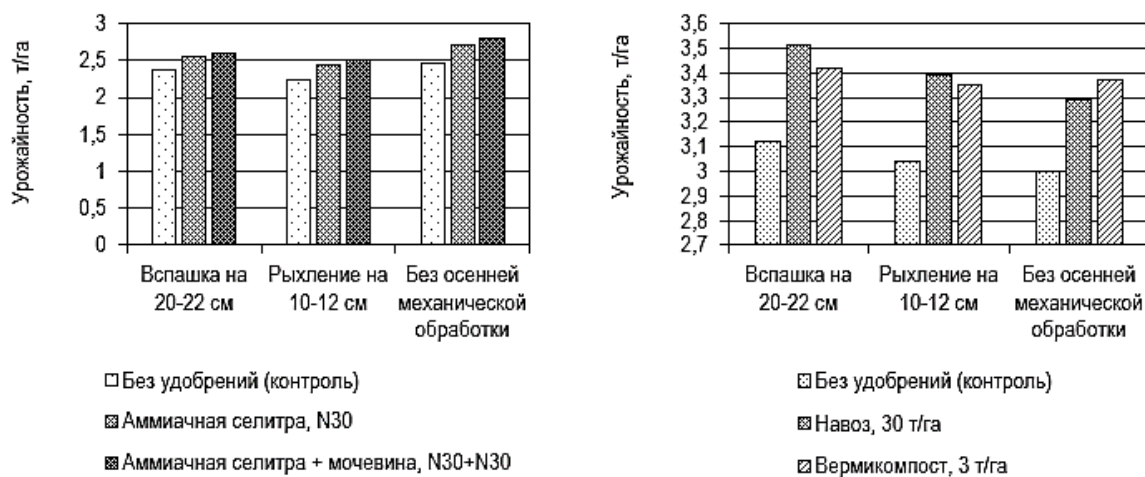
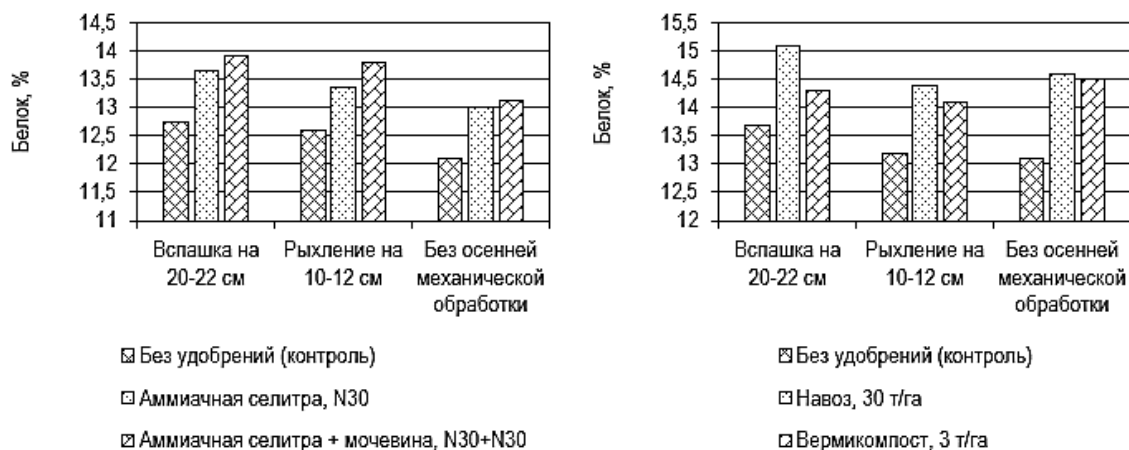


Рис. 1. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений, в среднем за годы исследований, т/га

Внесение минеральных азотных и органических удобрений способствовало в разной степени повышению урожайности зерна озимой пшеницы (рис. 1). Потребление питательных элементов зависело от содержания их в почве в доступных формах, интенсивности развития растений и мощности корневой системы, погодных и почвенных условий. Начиная с первых дней жизни растений и продолжая до окончания налива зерна пшеницы происходило потребление азота, как одного из важных элементов питания, регулирующего рост вегетативной массы, повышающий содержания белка в зерне и влияющий на формирование урожая.

Возделывание современных высокоурожайных сортов озимой пшеницы на изучаемых вариантах способствовало получению наибольшей урожайности у сорта Малахит на вариантах без осенней механической обработки почвы при внесении аммиачной селитры в качестве корневой подкормки (2,7 т/га) и при двукратном применении азотных удобрений (2,8 т/га), у сорта Светоч – при вспашке с внесением навоза (3,5 т/га) и вермикомпоста (3,4 т/га). Урожайность озимой пшеницы в сравнении с вариантом без внесения удобрений повышалась в случае применения азотных удобрений соответственно на 9,3 и 13,0 %, органических удобрений соответственно на 12,5 и 9,6 %, такая закономерность проявилась и на других вариантах обработки почвы.

Таким образом, различное проявление в повышении урожайности минеральных и органических удобрений при разных способах основной обработки почвы было связано с несколькими факторами, которые повлияли на доступность питательных веществ, структуру почвы, биологическую активность и эффективность усвоения элементов растениями. Так, аммиачная селитра представляет собой быстро растворяющееся минеральное удобрение и доступное для корней в нитратной форме, а в течение некоторого времени и в аммонийном форме в процессе нитрификации. При вспашке и рыхлении почвы их эффективность несколько снижалась за счет миграции нитратной формы по профилю почвы. Медленное действие органических удобрения проявлялось в долговременном запасе питательных элементов. При этом они показали большую эффективность при вспашке в связи с улучшением физико-химических свойств почвы, обогащением ее питательными веществами и полезными микроорганизмами, и равномерным распределением их в пахотном слое почвы.



Сорт озимой пшеницы Малахит

Сорт озимой пшеницы Светоч

Рис. 2. Содержание белка (%) в зерне озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений, в среднем за годы исследований

Накопление белка в зерне озимой пшеницы является ключевым параметром его качественной оценки, определяющим питательную ценность, технологические и мукомольно-хлебопекарные свойства [12, 13, 14].

Наибольшая белковость зерна на уровне 14 и 15 % проявилась соответственно у сорта озимой пшеницы Малахит при вспашке с дробным внесением азотных удобрений весной в фазу кущения и в период колошения, у сорта Светоч – при вспашке и применении навоза (рис. 2). Двукратное внесение азотных удобрений в сравнении с контролем по всем вариантам основной обработки почвы способствовало повышению содержания белка в зерне пшеницы в 1,2 раза. Действие навоза на накопление белковости зерна (15 %) только при вспашке в 1,1 раза было выше по сравнению с вариантами без внесения удобрений и применения вермикомпоста. На варианте с безотвальной обработкой почвы и без ее осенней механической обработки действие навоза и вермикомпоста на содержание белка выровнялось и достигало 14,4 и 14,6 % соответственно.

Таким образом, наилучшие условия для получения высокого содержания белка складывались при хорошей обеспеченности растений азотом, некоторым дефиците влаги и повышенных температурах в период налива зерна, высокой интенсивности света. Азот, внесенный в фазу колошения в виде мочевины из расчета по д.в. 30 кг/га, в большей мере использовался для образования белка в зерне озимой пшеницы. При возделывании озимой пшеницы сорта Малахит отмечался эффект отрицательной корреляции между относительным содержанием белка в зерне и урожайностью. Высокое содержание белка в зерне при вспашке с применением азотных удобрений было сопряжено с несколько пониженной урожайностью вследствие недостаточного накопления крахмала, но не за счет усиления синтеза самого белка.

Наибольший показатель стекловидности зерна озимой пшеницы проявился на вариантах с наибольшей белковостью зерна (табл. 1). Полученные данные по всем вариантам опыта характеризовали структуру эндосперма зерна озимой пшеницы как стекловидную, указывая на его белковистый состав. Показатели натуры зерна (масса единицы объема) и массы 1000 зерен (крупность, плотность и выполненность зерна) проявили высокие значения (у сорта Малахит соответственно 728 г/л и 48,4 г, у сорта Светоч – 742 г/л и 40,0 г) на вариантах опыта, где была получена и наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы.

Таблица 1

Технологические показатели качества зерна озимой пшеницы
в зависимости от способов основной обработки почвы и внесения удобрений, в среднем за годы исследований

Показатели	Вспашка на 20-22 см			Рыхление на 10-12 см			Без осенней механической обработки почвы		
	Без удобрений (контроль)	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀	Без удобрений (контроль)	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀	Без удобрений (контроль)	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀
	Озимая пшеница сорта Малахит								
Натурная масса, г/л	703	719	722	708	712	726	710	715	728
Масса 1000 зерен, г	44,2	46,0	45,3	43,8	44,4	47,0	43,9	45,3	48,4
Стекловидность, %	73,8	75,6	79,4	70,2	76,3	79,1	72,5	75,8	77,0
Показатели	Вспашка на 20-22 см			Рыхление на 10-12 см			Без осенней механической обработки почвы		
	Без удобрений (контроль)	Навоз, 30 т/га	Верми-компост, 3 т/га	Без удобрений (контроль)	Навоз, 30 т/га	Верми-компост, 3 т/га	Без удобрений (контроль)	Навоз, 30 т/га	Верми-компост, 3 т/га
	Озимая пшеница сорта Светоч								
Натурная масса, г/л	726	742	735	719	737	730	712	728	721
Масса 1000 зерен, г	36,2	40,0	39,2	36,2	39,2	38,6	36,4	39,0	38,4
Стекловидность, %	75,4	78,6	76,8	74,7	76,8	76,4	72,5	77,8	75,4

Содержание азота в зерне озимой пшеницы, как важного показателя, отражающего состояние азотного питания растений, влияющего на рост, развитие и качество урожая озимой пшеницы показало, что наибольшие его значения были получены у сорта Малахит при вспашке с двукратным применением азотных подкормок – 2,44%, у сорта Светоч – 2,65% при вспашке с внесением навоза (табл. 2). Получение таких результатов указывало на оптимальное поступление азота из почвы в растения озимой пшеницы.

Таблица 2

Содержание азота в зерне озимой пшеницы и его вынос в зависимости от способов основной обработки почвы и внесения удобрений, в среднем за годы исследований

Показатели	Вспашка на 20-22 см			Рыхление на 10-12 см			Без осенней механической обработки почвы		
	Без удобрений (контроль)	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀	Без удобрений (контроль)	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀	Без удобрений (контроль)	N ₃₀	N ₃₀ + N ₃₀
	Озимая пшеница сорта Малахит								
Азот в зерне, %	2,24	2,39	2,44	2,21	2,34	2,12	2,28	2,30	2,42
Вынос азота урожаем, кг/га	57,2	64,8	67,0	53,6	60,7	64,1	56,9	66,0	68,7
Вынос азота зерном, кг/га	45,7	52,4	54,4	42,7	48,9	52,0	44,9	52,9	55,2
Вынос азота белком зерна, кг/га	5,01	6,14	6,51	4,60	5,62	6,17	5,08	5,93	6,28
Показатели	Вспашка на 20-22 см			Рыхление на 10-12 см			Без осенней механической обработки почвы		
	Без удобрений (контроль)	Навоз, 30 т/га	Верми-компост, 3 т/га	Без удобрений (контроль)	Навоз, 30 т/га	Верми-компост, 3 т/га	Без удобрений (контроль)	Навоз, 30 т/га	Верми-компост, 3 т/га
	Озимая пшеница сорта Светоч								
Азот в зерне, %	2,40	2,65	2,51	2,32	2,53	2,47	2,30	2,56	2,54
Вынос азота урожаем, кг/га	79,4	97,0	90,4	75,4	90,4	87,4	73,9	88,4	90,1
Вынос азота зерном, кг/га	64,32	80,0	73,8	60,6	73,9	71,1	59,3	72,4	73,7
Вынос азота белком зерна, кг/га	7,58	10,39	9,09	6,89	9,13	8,62	6,69	9,09	9,17

Количество азота, потребляемого растениями для формирования урожая, а также эффективности применяемых удобрений характеризуется таким показателем как вынос азота урожаем [6]. Применение двукратного азотного питания и навоза формировало наибольший вынос азота, что было связано с усиленным азотным питанием растений, которое приводило возрастанию урожайности и белковости зерна. При этом, наибольший вынос азота урожаем и белком зерна составил у сорта Малахит соответственно 67,0-68,7 и 6,28-6,51 кг/га при вспашке и без осенней механической обработки почвы, у сорта Светоч соответственно 97,0 и 10,39 кг/га при вспашке.

Заключение. Сравнительный анализ изучения различных агротехнологий возделывания озимой пшеницы на черноземе типичном показал, что при отвальной и безотвальной обработках почвы эффективность аммиачной селитры на формирование урожайности несколько снижалась за счет миграции нитратной формы азота по профилю почвы. Органические удобрения (навоз и вермикомпост) показали большую эффективность при вспашке в связи с улучшением физико-химических свойств почвы, обогащением ее питательными веществами и полезными микроорганизмами, и равномерным распределением их в пахотном слое почвы. Азот, вносимый в фазу колошения в виде мочевины из расчета по д.в. 30 кг/га, в большей мере использовался для образования белка в зерне озимой пшеницы. Высокое накопление белка в зерне при вспашке с двукратным применением азотных удобрений было сопряжено с несколько пониженной урожайностью. При этом наибольшие значения стекловидности зерна проявились на вариантах с наибольшей его белковостью, а показатели натуры зерна и массы 1000 зерен на вариантах с наибольшей урожайностью пшеницы. Содержание азота в зерне было наибольшим при вспашке с двукратным применением азотных подкормок (2,44%) и с внесением навоза (2,65%), что указывало на оптимальное поступление азота из почвы в растения озимой пшеницы. Применение двукратного азотного питания при вспашке и без осенней механической обработки почвы и навоза при вспашке формировало наибольший вынос азота, что было связано с усиленным азотным питанием растений, которое приводило возрастанию урожайности и белковости зерна.

Список источников

1. Бузетти К. Д., Иванов М. В. Воздействие минеральных и органических удобрений на экосистему, качество сельскохозяйственной продукции и здоровье человека // *Аграрная наука*. 2020. № 338 (Б). С. 8084. DOI: [10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84](https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84) EDN: [DQLGFZ](https://www.edn.ru/DQLGFZ)
2. Дубовик Д. В., Лазарев В. И., Айдиев А. Я. и др. Эффективность различных способов основной обработки почвы и прямого посева при возделывании озимой пшеницы на черноземных почвах // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 12. С. 26-29. DOI: [10.24411/0235-2451-2019-11205](https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11205) EDN: [DQELCF](https://www.edn.ru/DQELCF)
3. Нуров Р. Р., Аманов К. Я. Влияние экологически чистого органоминерального удобрения на плодородие почвы // *Плодородие*. 2021. №6. С. 29-33. DOI: [10.25680/S19948603.2021.123.08](https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.08) EDN: [XPPWSD](https://www.edn.ru/XPPWSD)
4. Обущенко С. В., Троц В. Б. Обеспеченность почв Самарской области элементами минерального питания растений // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 1(63). С. 8-11. EDN: [YFNGZL](https://www.edn.ru/YFNGZL)
5. Ториков В. Е., Шустов А. Ф., Мельникова О. В., Осипов А. А. От агротехники до высокоэффективных агротехнологий возделывания полевых культур // *Вестник Брянской ГСХА*. 2024. № 5 (105). С. 11-17. EDN: [GTTJJV](https://www.edn.ru/GTTJJV)
6. Морозова Т. С., Лицуков С. Д., Ширяев А. В. Содержание и вынос элементов питания растениями озимой пшеницы в зависимости от применения удобрений // *Вестник аграрной науки*. 2021. № 2(89). С. 40-49. DOI: [10.17238/issn2587-666X.2021.2.40](https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2021.2.40) EDN: [NYQQGW](https://www.edn.ru/NYQQGW)
7. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от метеоусловий и способов обработки почвы при многолетних исследованиях // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023. № 4. С. 3-10. DOI: [10.55170/19973225_2023_8_4_3](https://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_4_3) EDN: [VMJUJH](https://www.edn.ru/VMJUJH)
8. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Яшин А. Е. и др. Влияние органической, органоминеральной и минеральной систем удобрения на свойства почвы и урожайность озимой пшеницы в Среднем Поволжье // *Агрохимия*. 2022. № 2. С. 13-21. DOI: [10.31857/S0002188122020089](https://doi.org/10.31857/S0002188122020089) EDN: [PZIUDO](https://www.edn.ru/PZIUDO)
9. Солодовников, А. П., Лёвкина, А. Ю. Влияние способов обработки почвы и агрохимикатов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Саратовском Заволжье // *Аграрный научный журнал*. 2020. № 3. С. 29-35. DOI: [10.28983/asj.y2020i3pp29-35](https://doi.org/10.28983/asj.y2020i3pp29-35) EDN: [IYAJES](https://www.edn.ru/IYAJES)
10. Симашева А. О., Пойменов А. С. Влияние удобрений на урожайность и качество озимой пшеницы // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2024. № 1(41). С. 63-66. EDN: [DIVHXX](https://www.edn.ru/DIVHXX)
11. Кравченко Р. В., Прохода В. И., Лучинский С. И. и др. Влияние основной обработки почвы под озимую пшеницу на формирование ее продуктивности // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2021. № 169. С. 124-132. DOI: [10.21515/1990-4665-169-011](https://doi.org/10.21515/1990-4665-169-011) EDN: [CINXMX](https://www.edn.ru/CINXMX)
12. Бакаева Н. П., Салтыкова О. Л. О связи продуктивности, белковости и активности протеолитических ферментов зерна озимой пшеницы // *Агрофизика*. 2022. № 3. С. 52-59. DOI: [10.25695/AGRPH.2022.03.07](https://doi.org/10.25695/AGRPH.2022.03.07) EDN: [WZSSHY](https://www.edn.ru/WZSSHY)
13. Gauer L. F., Grant C. A., Gehe D. T., Bailey L. D. Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars, in relation to estimated moisture supply // *Canadian Journal of Plant Science*. 1992. v. 72. pp. 235-241. DOI: [10.4141/cjps92-026](https://doi.org/10.4141/cjps92-026)
14. Peltonen-Sainio P., Jauhainen L., Nissila E. Improving cereal protein yields for high latitude conditions // *European Journal Agronomy*. 2012. 39. P. 1-8. DOI: [10.1016/j.eja.2012.01.002](https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.01.002)

References

1. Buzetti, K. D. & Ivanov, M. V. (2020). The impact of mineral and organic fertilizers on the ecosystem, quality of agricultural products, and human health. *Agrarnaya nauka* (Agrarian science), 338 (B), 8084. DOI: [10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84](https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-338-5-80-84) EDN: [DQLGFZ](https://www.edn.ru/DQLGFZ) (in Russian).

2. Dubovik, D. V., Lazarev, V. I., Aidiev, A. Ya. & et al. (2019). Efficiency of various methods of primary tillage and direct seeding in the cultivation of winter wheat on chernozem soils. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* (Achievements of science and technology of the agro-industrial complex), 33, 12, 26-29. DOI: [10.24411/0235-2451-2019-11205](https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-11205) EDN: [DQELCF](https://www.edn.ru/10.24411/0235-2451-2019-11205/) (in Russian).
3. Nurov, R. R. & Amanov, K. Ya. (2021). The influence of environmentally friendly organomineral fertilizer on soil fertility. *Plodorodie* (Plodorodie), 6, 29-33. DOI: [10.25680/S19948603.2021.123.08](https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.123.08) EDN: [XPPWSD](https://www.edn.ru/10.25680/S19948603.2021.123.08/) (in Russian).
4. Obushchenko, S. V. & Trots, V. B. (2017). Provision of soils of the Samara region with elements of mineral nutrition of plants. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* (Bulletin of the Orenburg State Agrarian University), 1 (63), P. 8-11. EDN: [YFNGZL](https://www.edn.ru/10.25680/S19948603.2021.123.08/) (in Russian).
5. Torikov, V. E., Shustov, A. F., Melnikova, O. V. & Osipov, A. A. (2024). From agricultural technology to highly efficient agricultural technologies for cultivating field crops. *Vestnik Bryanskoy GSKHA* (Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy), 5 (105), 11-17. EDN: [GTTJJV](https://www.edn.ru/10.25680/S19948603.2021.123.08/) (in Russian).
6. Morozova, T. S., Litsukov, S. D. & Shiryayev, A. V. (2021). Content and removal of nutrients by winter wheat plants depending on the use of fertilizers. *Vestnik agrarnoy nauki* (Bulletin of Agrarian Science), 2 (89), 40-49. DOI: [10.17238/issn2587-666X.2021.2.40](https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2021.2.40) EDN: [NYQQGW](https://www.edn.ru/10.17238/issn2587-666X.2021.2.40/) (in Russian).
7. Bakaeva, N. P. & Saltykova, O. L. (2023). Winter wheat productivity depending on meteorological conditions and soil cultivation methods in longterm studies. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skhozayajstvennoj akademii* (Bulletin of the Samara State Agricultural Academy), 4, 3-10. (in Russian). DOI: [10.55170/19973225_2023_8_4_3](https://doi.org/10.55170/19973225_2023_8_4_3) EDN: [VMJUJH](https://www.edn.ru/10.55170/19973225_2023_8_4_3/)
8. Kulikova, A. Kh., Yashin, E. A., Yashin, A. E. & et al. (2022). The influence of organic, organomineral, and mineral fertilizer systems on soil properties and winter wheat yield in the Middle Volga region. *Agrokhimiya* (Agrochemistry), 2, 13-21. DOI: [10.31857/S0002188122020089](https://doi.org/10.31857/S0002188122020089) EDN: [PZIUDO](https://www.edn.ru/10.31857/S0002188122020089/) (in Russian).
9. Solodovnikov, A. P. & Levkina, A. Yu. (2020). The influence of soil cultivation methods and agrochemicals on the yield and quality of winter wheat grain in the Saratov Trans-Volga region. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* (Agrarian scientific journal), 3, 29-35. DOI: [10.28983/asj.y2020i3pp29-35](https://doi.org/10.28983/asj.y2020i3pp29-35) EDN: [IYAJES](https://www.edn.ru/10.28983/asj.y2020i3pp29-35/) (in Russian).
10. Simasheva, A. O. & Poimenov, A. S. (2024). The influence of fertilizers on the yield and quality of winter wheat. *Innovacii v APK: problemy i perspektivy* (Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects), 1 (41), 63-66. EDN: [DIVHGX](https://www.edn.ru/10.28983/asj.y2020i3pp29-35/) (in Russian).
11. Kravchenko, R. V., Prokhoda, V. I., Luchinsky, S. I. & et al. (2021). The influence of primary tillage for winter wheat on the formation of its productivity. *Politematicheskij setевой elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* (Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University), 169, 124-132. DOI: [10.21515/1990-4665-169-011](https://doi.org/10.21515/1990-4665-169-011) EDN: [CINXMX](https://www.edn.ru/10.21515/1990-4665-169-011/) (in Russian).
12. Bakaeva, N. P. & Saltykova, O. L. (2022). On the relationship between productivity, protein content and activity of proteolytic enzymes in winter wheat grain. *Agrofizika* (Agrophysics), 3, 52-59. DOI: [10.25695/AGRPH.2022.03.07](https://doi.org/10.25695/AGRPH.2022.03.07) EDN: [WZSSHY](https://www.edn.ru/10.25695/AGRPH.2022.03.07/) (in Russian).
13. Gauer L. F., Grant C. A., Gehe D. T., Bailey L. D. (1992). Effects of nitrogen fertilization on grain protein content, nitrogen uptake and nitrogen use efficiency of six spring wheat (*Triticum aestivum*) cultivars, in relation to estimated moisture supply. *Canadian Journal of Plant Science*, 72, pp. 235-241. DOI: [10.4141/cjps92-026](https://doi.org/10.4141/cjps92-026)
14. Peltonen-Sainio P., Jauhiainen L. & Nissila E. (2012). Improving cereal protein yields for high latitude conditions. *European Journal Agronomy*, 39, 1-8. DOI: [10.1016/j.eja.2012.01.002](https://doi.org/10.1016/j.eja.2012.01.002)

Информация об авторах:

Ольга Леонидовна Салтыкова , кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
ID: <http://orcid.org/0000-0001-9654-5950>; e-mail: saltykova_o_l@mail.ru

Information about the authors:

Olga L. Saltykova , Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
ID: <http://orcid.org/0000-0001-9654-5950>; e-mail: saltykova_o_l@mail.ru

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 19.05.2026; одобрена после рецензирования 19.06.2026; принята к публикации 30.05.2026.
The article was submitted 19.05.2026; approved after reviewing 19.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 633.15

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-51-58>

ПРИЁМЫ ФОРМИРОВАНИЯ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО

В. Г. Васин¹, Н. В. Васина², О. П. Кожевникова³, Е. С. Макаренков⁴, Е. Х. Нечаева⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме: Цель исследований – совершенствование способов выращивания гибридов кукурузы на зерно с использованием удобрений для достижения планируемой урожайности и стимулирующих препаратов в лесостепной зоне Среднего Поволжья. В работе описаны приёмы, повышающие продуктивность кукурузы при применении современных микроудобрительных смесей в этой зоне в 2020-2023 гг. В исследовании оценивались основные биометрические показатели: густота стояния и полнота всходов, количество растений к уборке и их сохранность, высота растений, прирост надземной массы, накопление сухого вещества и урожайность кукурузы. Для обработки растений использовались жидкие минеральные удобрения Мегамикс в период вегетации при разных уровнях минерального питания. Наилучшие результаты были достигнуты при внесении удобрений на планируемую урожайность 9 т/га и обработке стимулирующими препаратами Мегамикс. Улучшение пищевого режима и обработка посевов способствовали повышению полноты всходов и сохранности растений к уборке. Гибрид компании KWS Амарок (ФАО 230) показал лучшие результаты: полнота всходов составила 98,2 %, а сохранность – 87,3 % при внесении удобрений на планируемую урожайность 9 т/га и обработке жидкими удобрениями. К фазе молочно-восковой спелости прирост надземной массы достиг 4627,0-5167,1 г/м² с максимальным показателем у гибрида Амарок. Уровень минерального питания влиял на изучаемые гибриды по-разному, но гибрид Амарок оказался наиболее отзывчивым на обработку препаратами Мегамикс, накопив к концу вегетации 1615,6 г/м² сухого вещества. Исследования, проведённые на опытном поле Самарского государственного аграрного университета в 2020-2023 гг. показали, что используемые приёмы позволяют получать урожай зерна кукурузы на уровне 8,57 т/га.

Ключевые слова: кукуруза, удобрения, микроудобрительные смеси, сухое вещество, прирост надземной массы, урожайность

Для цитирования: Васин В. Г., Васина Н. В., Кожевникова О. П., Макаренков Е. С., Нечаева Е. Х. Приёмы формирования агрофитоценозов кукурузы на зерно // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 51-58. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-51-58](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-51-58)

Original article

THE METHODS OF MAIZE AGROPHYTOCENOSSES FORMATION FOR GRAIN

V. G. Vasin¹, N. V. Vasina², O. P. Kozhevnikova³, E. S. Makarenkov⁴, E. Kh. Nechaeva⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

Abstract. The purpose of the research is to improve the methods of growing corn hybrids for grain using fertilizers to achieve the planned yield and stimulating drugs in the forest-steppe zone of the Middle Volga region. The work describes techniques that increase the productivity of corn when using modern micro-fertilizing mixtures in this zone in 2020-2023. The study assessed the main biometric indicators: density of standing and fullness of seedlings, the number of plants for harvesting and their preservation, plant height, increase in above-ground mass, accumulation of dry matter and corn yield. For the treatment of plants, Megamix liquid mineral fertilizers were used during the growing season at different levels of mineral nutrition. The best results were achieved by applying fertilizers to the planned yield of 9 tons/ha and treatment with stimulating drugs Megamix. The improvement of the food regime and the processing of crops contributed to an increase in the completeness of shoots and the safety of plants for harvesting. The hybrid of KWS Amarok (FAO 230) showed the best results: the yield was 98.2%, and the safety was 87.3% when fertilizing the planned yield of 9 tons/ha and processing with liquid fertilizers. By the phase of milky-waxy ripeness, the increase in aboveground mass reached 4627.0-5167.1 g/m² with the maximum indicator for the Amarok hybrid. The level of mineral nutrition influenced the studied hybrids in different ways, but the Amarok hybrid turned out to be the most responsive to treatment with Megamix, having accumulated 1615.6 g/m² of dry matter by the end of the vegetation. Studies conducted at the experimental field of the Samara State Agrarian University in 2020-2023 showed that the techniques used allow to get a corn grain harvest of 8.57 tons/ha.

Keywords: maize, fertilizers, micro-fertilizers, dry matter, increase in above-ground mass, yield

For citation: Vasin, V. G., Vasina, N. V., Kozhevnikova, O. P., Makarenkov, E. S. & Nechaeva, E. Kh. (2026). The methods of maize agrophytocenoses formation for grain. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 51-58. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-51-58](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-51-58) (in Russian).

Введение. Кукуруза занимает одно из ключевых мест в мировом сельском хозяйстве. Ее значимость обусловлена не только высокой урожайностью, но и широким спектром применения.

Успешное выращивание кукурузы зависит от правильного подбора гибридов, соответствующих местным почвенно-климатическим условиям и целям использования. При выборе гибрида важно учитывать такие характеристики, как группа спелости, назначение, урожайность, качество, устойчивость к полеганию и толерантность к низким температурам и болезням.

Толерантность гибридов к недостатку тепла играет ключевую роль в весеннем и раннем летнем периоде, позволяя растениям более эффективно использовать агроклиматические ресурсы. Современные гибриды способны быстро восстанавливаться после периодов с низкими температурами, что способствует ускоренному развитию на ранних стадиях. В зависимости от климата и целей выращивания, необходимо выбирать гибриды с разной степенью скороспелости [6].

Удобрения являются эффективным средством для получения высоких и стабильных урожаев всех сельскохозяйственных культур. Кукуруза относится к интенсивным культурам, которые требуют большого количества питательных веществ [2, 7, 8].

Таким образом, изучение использования микроудобрений в различных системах минерального питания имеет высокую значимость для конкретных почвенно-климатических условий.

Цель исследований – совершенствование приемов возделывания гибридов кукурузы на зерно при внесении удобрений на планируемую урожайность с использованием системы применения стимулирующих препаратов в период вегетации

Задачи исследований – оценить характеристики роста и развития гибридов кукурузы при использовании удобрений и стимулирующих препаратов; установить потенциал урожайности этих гибридов при внесении удобрений для достижения запланированной урожайности; проанализировать величину урожая гибридов кукурузы в зависимости от уровня минерального питания и применения стимулирующих препаратов Мегамикс.

Схема трёхфакторного опыта предусматривала:

1. Два уровня минерального питания (Фактор А): 7,0 т/га (фон 1), 9,0 т/га (фон 2)
2. Систему возделывания (Фактор В): Без обработки (Контроль), Мегамикс (Мегамикс Профи, 1 л/га – фаза шестого листа; Мегамикс Цинк, 1 л/га – фаза выметывания; Мегамикс Азот, 1 л/га – фаза выход нитей початка);
3. Гибриды кукурузы (Фактор С): Лаймс ЕС, ЕС Сириус, Аальвито, Си Телиас, Компетенс, Амарок.

В опыте использовались следующие гибриды:

Лаймс ЕС (ФАО 200). Оригинатор Euralis Semences. Предназначен для ранних посевов. Зерно кремнисто-зубовидное. Несмотря на теплолюбивость, кукуруза демонстрирует отличную устойчивость к низким температурам. Потенциальная урожайность достигает 135 ц/га. Кроме высокой холодостойкости, гибрид устойчив к головне, фузариозу и гельминтоспориозу [10].

ЕС Сириус (ФАО 200). Оригинатор Euralis Semences. Гибрид относится к среднераннему типу. Зерно кремнисто-зубовидное. Отличается хорошей устойчивостью к низким температурам. Ранний посев позволяет максимально эффективно использовать весенне-зимнюю влагу. Обеспечивает урожайность до 130 ц/га. Устойчив к полеганию, подходит для засушливых условий и содержит 75% крахмала.

Аальвито (ФАО 200). Оригинатор LimaGrain. Гибрид среднеранний. Зерно кремнисто-зубовидное, обладает высоким потенциалом урожайности. Выделяется быстрой отдачей влаги перед уборкой, что отличает его от других гибридов этой группы спелости. Устойчив к стрессовым условиям и заболеваниям.

Си Телиас (ФАО 220). Оригинатор Syngenta crop protection AG. Гибрид среднеранний, предназначен для зерна, силоса и крупы. Зерно кремнисто-зубовидное. Отличается высокой и стабильной урожайностью, а также быстрым ростом на начальных этапах вегетации. Подходит для весеннего посева озимых и различных технологий выращивания. Содержание крахмала в зерне составляет 74-76%.

Компетенс (ФАО 200). Оригинатор KWS. Гибрид кремнистого типа. Потенциальная урожайность зерна достигает 130 ц/га. Хорошо адаптирован к холодным условиям ранней весны, устойчив к жаре и засухе. Обладает высоким потенциалом урожайности и пластичностью.

Амарок (ФАО 230). Оригинатор KWS. Среднеранний трёхлинейный гибрид. Зерно кремнистое. Пластичный гибрид с быстрым стартовым ростом на ранних этапах развития. Характеризуется высокой холодоустойчивостью и подходит для раннего посева [11].

В опыте в системе обработки по вегетации использовались следующие препараты:

Мегамикс Профи. Удобрение с высоким содержанием микроэлементов. Предназначено для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок. Устраняет дефицит микроэлементов, стимулирует азотфиксацию, фотосинтез и рост растений, что способствует повышению урожайности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции. В состав удобрения входят следующие микроэлементы (г/л): В – 1,7, Cu – 12, Zn – 11, Mn – 2,5, Fe – 2,0, Mo – 1,7, Co – 0,5, Se – 0,06, а также макроэлементы (г/л): N – 2,5, S – 25, Mg – 17.

Мегамикс Сера. Предназначен для устранения дефицита серы в различные периоды развития растений, что актуально при низком содержании серы в почве или её недоступности, а также когда потребность в этом элементе возрастает или применяются большие дозы азота. Азотный обмен усиливается не только за счёт доступности азота и серы как строительных материалов, но и из-за повышенной потребности в энергии и углеводах. В состав входят следующие элементы (г/л): SO_3 – 500, K_2O – 26, MgO – 25, N – 4,2, Mo – 0,14.

Мегамикс Азот. Жидкое минеральное удобрение для некорневых подкормок с высоким содержанием азота и микроэлементов. Препарат содержит азот в форме, доступной для листьев растений. Микроэлементы в составе удобрения способствуют лучшему усвоению азота и оказывают общее положительное воздействие на растения. В состав входят микроэлементы (г/л): B – 0,8, Cu – 2,5, Zn – 2,5, Mn – 1,0, Fe – 1,0, Mo – 0,6, Co – 0,12, Se – 0,06, а также макроэлементы (г/л): N – 116, S – 8, Mg – 6 [12].

Материал и методы исследований. Исследования проводились в период с 2020 по 2023 гг. В рамках данного исследования было 24 варианта с четырехкратной повторностью, расположение систематическое. Общая площадь опытного участка 0,4 гектара. Экспериментальная работа осуществлялась в строгом соответствии с общепринятой методикой, что позволило обеспечить высокую степень достоверности полученных данных. В основу был положен метод полевого опыта Б. А. Доспехова (1985) [13], который является признанным стандартом в агрономических исследованиях.

В процессе эксперимента определялись ключевые агротехнические показатели, включая густоту стояния растений, полноту всходов и сохранность к уборке урожая, динамику прироста надземной массы и сухого вещества, а также итоговую урожайность. Эти параметры позволили всесторонне оценить эффективность применяемых агротехнологий и их влияние на продуктивность изучаемой культуры.

Агротехнические мероприятия включали в себя ряд последовательных операций, направленных на оптимизацию условий для роста и развития растений. Начальный этап включал лущение стерни и внесение минеральных удобрений, что способствовало улучшению структуры почвы и обогащению её питательными веществами. Вспашка проводилась на глубину 30-32 см, что обеспечило равномерное распределение удобрений и подготовку почвы к посеву. Весеннее боронование зяби способствовало сохранению влаги в почве и предотвращению её эрозии.

Предпосевная подготовка включала внесение удобрений и культивацию на глубину 5-6 см, что способствовало созданию оптимальных условий для прорастания семян. Посев осуществлялся сеялкой УПС-8 рядным способом с междурядьями 70 см на глубину 5-6 см. Норма высева составила 70 тысяч всхожих семян на гектар, что обеспечило создание оптимальной густоты стояния при высокой полевой всхожести. После посева поле прикатывалось кольчато-шпоровыми катками ККШ-6, что способствовало уплотнению почвы и улучшению контакта семян с почвой.

Для борьбы с сорняками применялись гербициды в фазе 4-5 листа. В частности, использовались препараты Стеллар Даш, что позволило эффективно контролировать сорняки и создать благоприятные условия для роста культурных растений. В фазе 2 листа проводилась междурядная обработка, что способствовало аэрации почвы и удалению сорняков. Дополнительно применялись микроудобрительные смеси для улучшения минерального питания растений.

Расчет норм удобрений осуществлялся балансовым методом, исходя из запланированного урожая кукурузы. Для достижения урожайности 7,0 т/га применялись нормы $\text{N}_{100}\text{P}_{140}\text{K}_{140}$, а для получения урожая 9,0 т/га – $\text{N}_{166}\text{P}_{165}\text{K}_{165}$. Внесение удобрений производилось разбросным способом под основную обработку почвы.

Статистическая обработка данных урожая проводилась по методике Б. А. Доспехова [13].

Результаты исследований. Средняя температура воздуха в мае 2020 г. составила 15,6 °С, что немного выше среднегодовых показателей (14,0 °С). Сумма осадков – 17,6 мм, что почти в 2 раза меньше среднегодовых данных (33,0 мм). Средняя температура июня была 18,4 °С, что на уровне среднегодовых значений – 18,7 °С. Сумма осадков июня составила 48,3 мм против 39,0 мм по среднегодовым данным. В это время у кукурузы происходит активный прирост надземной массы, формируется мощная корневая система, которая участвует в формировании будущего урожая. Максимальное количество осадков в июле пришлось на третью декаду месяца и составило 15,9 мм. Температура воздуха в августе была на уровне среднегодовой и составила 18,9 °С. В августе количество осадков было на уровне среднегодовых – 43,0 мм, что внесло немалый вклад в будущий урожай. Средняя температура воздуха в конце вегетации составила 12,8 °С при среднегодовом значении 12,3 °С. Количество осадков, выпавших за сентябрь, составило 27,0 мм, что почти в два раза ниже нормы. Уборка проходила в благоприятных условиях.

Средняя температура воздуха в мае 2021 г., во 2-3 декаде составила 22,3 °С, что выше среднегодовых показателей (14,1 °С). Сумма осадков составила 20,8 мм, что на 12,2 мм меньше среднегодовых значений. В июне среднесуточная температура была выше среднегодовых показателей, осадков выпало 72,3 мм, особенно в первую и во вторую декаду, вследствие чего, развитие растений было интенсивным. Выпавшие осадки

первой и второй декады позволили компенсировать нехватку весенней влаги. Средняя температура июля составила 23,5 °С, осадков выпало немного – 17,7 мм, что ниже нормы. В 1-2 декады установилась жаркая сухая погода, которая существенно повлияла на качество опыления. Август оказался стрессовым, практически не было осадков, а температура была выше среднеемноголетней – 24,8 °С. Неравномерное выпадение осадков в данный критический период приводит к снижению урожайности. В первой декаде сентября выпало 31,0 мм осадков, что способствовало повышению качества семян гибридов кукурузы. Вторая декада оказалась засушливой, что привело к быстрой отдаче влаги из початков.

Средняя температура воздуха в мае 2022 г. составила 11,1 °С, что несколько ниже среднеемноголетних показателей (14,0 °С). Сумма осадков в мае составила 83,5 мм, что в 2,5 раза больше среднеемноголетних данных. Июнь был на уровне среднеемноголетних значений. Сумма осадков июня составляет 53,9 мм, что превышало среднеемноголетние показатели. Средняя температура июля составила 22,4 °С, среднеемноголетняя – 20,7 °С. Сумма выпавших осадков составила 12,1 мм, учитывая, что сумма осадков за два месяца составила 137,4 мм, что пополнило запасы влаги в почве и благоприятно повлияло на формирования агрофитоценоза гибридов кукурузы. Температура воздуха в августе была выше среднеемноголетней (18,9 °С) и составила 24,2 °С. В августе выпало осадков, в сумме 25,4 мм.

Погодные условия 2023 г. имели свои особенности. Февраль и март были теплыми и с обилием осадков, в феврале 57,9 мм при норме 18 мм, в марте 50,5 мм при норме 24 мм. Однако, дальнейшие весенние процессы были, по существу, экстремальные, среднесуточная температура апреля составила 11,3 °С, что более чем в два раза выше среднеемноголетнего показателя. В апреле практически отсутствовали осадки: всего лишь 4,7 мм при норме 27 мм. Май был жарким, дождь был лишь во второй декаде, за месяц выпало 9,9 °С при норме 33 мм, что несомненно оказало негативное воздействие на начальное развитие кукурузы. В июне в первой декаде выпало 14 мм, в третьей декаде 21 мм при благоприятной теплой погоде, а прошедшие дожди во второй декаде июля способствовали полноценному развитию кукурузы и формированию высокопродуктивных посевов при теплой погоде (22,3 °С при норме 20,7 °С). Август оставался жарким (21,4 °С) при норме 18,9 °С, осадков было мало, но это не позволило снизить урожайность кукурузы.

Опираясь на полученные за период вегетации метеорологические данные, можно сказать, что 2020-2023 гг. был достаточно благоприятным для выращивания кукурузы на зерно. Растения кукурузы также поддерживались во время присущей местному климату засухи стимулирующими препаратами, изучаемыми в опыте, которые внесли свой вклад в борьбе со стрессами возделываемой культуры.

В 2020 г. опыт был посеян 15 мая, в 2021 г. – 12 мая, в 2022 г. – 7 мая, в 2023 г. – 4 мая. Период вегетации исследуемых гибридов в 2020 г. составил 120-132 дня. В 2021 г. это было 111-120 дней, в 2022 и 2023 гг. – 127-145 и 127-136 дней соответственно. Отмечалось удлинение межфазных периодов на вариантах с внесением удобрений.

В фазе всходов густота стояния на фоне 1 составляла 66,7-68,0 тыс. раст./га, с лучшими результатами у гибридов Компетенс и Амарок. Внесённые удобрения на планируемую урожайность 9 т/га увеличили этот показатель на 1,2-1,9 %, до 67,8-68,8 тыс. растений на гектар, при сохранении тех же закономерностей.

За четыре года полнота всходов кукурузы была высокой и составила 95,3-98,2 %. Улучшение режима питания повышало данный показатель на 1,0-1,5 %. Гибрид Компетенс компании KWS с ФАО 200 показал лучшие результаты по всем вариантам опыта.

При благоприятных погодных условиях полнота всходов была высокой на всех изучаемых вариантах, что создавало оптимальные условия для формирования высокопродуктивных кукурузных агрофитоценозов.

К уборке плотность растений на контрольном участке достигала 54,3-56,4 тыс./га при внесении удобрений для достижения планиваемой урожайности 7 т/га, а на втором запланированном уровне этот показатель составлял 56,3-57,8 тыс./га.

Улучшение пищевого режима оказывало большее влияние, чем обработка препаратами Мегамикс. Применение микроудобрительных смесей по вегетации увеличивало этот показатель на 1,6-3,4 % на фоне 1 и на 1,9-3,8 т/га на фоне 2. Внесение минеральных удобрений увеличивало его на 2,1-4,4 % и 2,8-4,7 % соответственно.

Сохранность растений к моменту уборки была высокой, достигнув максимума у гибрида Амарок на варианте с обработкой Мегамикс. Применение минеральных удобрений на 7 т/га позволило достичь сохранности 84,5 %, а на 9 т/га – 87,3 %.

Рост кукурузы в течение вегетационного периода определялся количеством вносимых минеральных удобрений и обработкой жидкими удобрениями.

На планируемую урожайность 7 т/га в среднем за 4 года растения накапливали 1873,1-2061,5 г/м² надземной массы к фазе 7-го листа и 4540,9-5022,2 г/м² к фазе молочно-восковой спелости, с лучшими показателями у гибрида Амарок. Наилучшие результаты показали варианты с нормой внесения удобрений на планируемую урожайность 9 т/га, где растения формировали 1992,2-2193,8 г/м² в фазу 7 листа и 4676,5-5167,1 г/м² в молочно-восковую спелость (табл. 1).

Таблица 1

Динамика накопления надземной массы кукурузы при внесении удобрений
на планируемую урожайность, г/м², 2020-2023 гг.

Гибрид	Фон-1 (7 т/га)		Фон-2 (9 т/га)	
	7-й лист	Молочно-восковая спелость	7-й лист	Молочно-восковая спелость
Контроль (Без обработки)				
Лаймс ЕС	1838,2	4419,2	1955,7	4560,4
ЕС Сирриус	1893,3	4448,3	2014,7	4567,8
Аальвито	1865,2	4587,3	1985,3	4695,3
Си Телиас	1864,6	4322,2	1982,5	4523,5
Компетенс	1945,7	4568,5	2068,2	4686,9
Амарок	2024,7	4889,1	2153,3	5028,2
Мегамикс				
Лаймс ЕС	1873,1	4540,9	1992,2	4676,5
ЕС Сирриус	1924,3	4566,2	2045,9	4682,2
Аальвито	1898,7	4711,5	2018,0	4813,3
Си Телиас	1898,0	4433,6	2019,3	4627,0
Компетенс	1983,5	4692,7	2111,1	4803,2
Амарок	2061,5	5022,2	2193,8	5167,1

Анализ прироста надземной массы кукурузы показал, что этот процесс сильно зависит от метеорологических факторов, уровня минерального питания и применения микроудобрительных смесей в период вегетации.

Исследования накопления сухого вещества в растениях выявили, что этот процесс существенно зависит от погодных условий, уровня минерального питания и тесно связан с показателями прироста надземной массы.

За период наблюдений к фазе молочно-восковой спелости среднее содержание сухого вещества составляло от 4,09 до 5,27 г/м² при внесении удобрений на фоне 1 и от 7,35 до 8,33 г/м² на фоне 2.

Использование стимулирующих препаратов повышало этот показатель до 6,21-6,80 и 8,08-9,02 г/м² соответственно. Наибольший уровень сухого вещества был зафиксирован у гибрида Амарок на фоне 2 и обработке изучаемыми препаратами (табл. 2).

Таблица 2

Динамика накопления сухого вещества растениями кукурузы при внесении удобрений
на планируемую урожайность, г/м², 2020-2023 гг.

Гибрид	Фон-1 (7 т/га)		Фон-2 (9 т/га)	
	7-й лист	Молочно-восковая спелость	7-й лист	Молочно-восковая спелость
Контроль (Без обработки)				
Лаймс ЕС	328,9	1406,0	347,5	1427,4
ЕС Сирриус	333,8	1391,5	352,8	1406,5
Аальвито	332,8	1448,1	352,7	1458,5
Си Телиас	333,0	1369,4	352,0	1411,1
Компетенс	351,1	1462,0	371,3	1476,5
Амарок	367,1	1572,8	388,3	1593,3
Мегамикс				
Лаймс ЕС	335,9	1429,3	355,0	1449,0
ЕС Сирриус	339,9	1413,7	359,5	1427,0
Аальвито	339,5	1471,4	358,4	1478,5
Си Телиас	339,8	1390,5	359,7	1429,0
Компетенс	358,5	1486,1	379,0	1497,6
Амарок	374,4	1599,0	396,3	1615,6

Влияние уровня минерального питания на различные гибриды различалось, однако наибольшую отзывчивость продемонстрировали среднеранние гибриды Компетенс и Амарок, обработанные препаратом Мегамикс. К молочно-восковой спелости они накопили 1486,1 и 1599 г/м² сухого вещества на первом планируемом уровне, а также 1427,0-1615,6 г/м² на втором.

Урожайность кукурузы напрямую зависит от развития растений и интенсивности накопления надземной биомассы. Растения с высоким ростом и большим количеством листьев обычно формируют более крупные початки с качественным зерном.

В период с 2020 по 2023 годы на контрольном участке урожайность зерна кукурузы варьировалась от 5,11 до 6,00 т/га при первом уровне внесения удобрений и от 7,41 до 8,05 т/га при втором уровне (табл.3).

Анализируемая система препаратов оказывает значительное положительное влияние на урожайность кукурузы, что подтверждается статистически значимым повышением данного показателя на 9,3-15,5 % на фоне 1 и на 3,3-7,3 % на фоне 2.

Следует отметить, что на фоне 2 урожайность кукурузы была закономерно выше, чем на фоне 1, на 34,0-45,0 % на контрольных вариантах и на 28,4-42,1 % при обработке посевов Мегамикс. Это свидетельствует о высокой эффективности данной системы в контексте оптимизации агрохимических условий возделывания кукурузы.

Таблица 3

Урожайность гибридов кукурузы, среднее за 2020-2023 гг.

Гибрид	Фон-1 (7,0 т/га)	Фон-2 (9,0 т/га)
Контроль (без обработки)		
Лаймс ЕС	5,27	7,59
ЕС Сирриус	5,30	7,55
Аальвито	5,11	7,41
Си Телиас	5,58	7,73
Компетенс	5,62	7,80
Амарок	6,00	8,05
Мегамикс		
Лаймс ЕС	5,76	7,84
ЕС Сирриус	5,86	7,97
Аальвито	5,56	7,90
Си Телиас	6,26	8,04
Компетенс	6,49	8,37
Амарок	6,65	8,57

2020 НСР₀₅=0,41: A=0,36; B=0,46; C=0,35; AB=0,38; AC=0,36; BC=0,39;

2021 НСР₀₅=0,54: A=0,39; B=0,42; C=0,37; AB=0,40; AC=0,34; BC=0,38;

2022 НСР₀₅=0,63: A=0,48; B=0,55; C=0,59; AB=0,57; AC=0,44; BC=0,60;

2023 НСР₀₅=0,59: A=0,51; B=0,49; C=0,42; AB=0,61; AC=0,38; BC=0,55.

Среди всех исследованных гибридов самыми отзывчивыми на применяемые методы оказались Компетенс и Амарок компании KWS. Наибольшую урожайность они показали на втором уровне минерального питания с обработкой посевов в течение вегетационного периода: 8,37 и 8,57 т/га соответственно. Компетенс и Амарок были наиболее близки к выполнению программы, независимо от уровня минерального питания.

Заключение. Таким образом, было установлено, что достижение стабильного уровня урожайности зерна кукурузы возможно исключительно при применении повышенных доз минеральных удобрений. Тем не менее, необходимо учитывать специфику каждого отдельного гибрида, поскольку в условиях различных метеорологических факторов лишь те гибриды, которые обладают высокой устойчивостью к неблагоприятным внешним воздействиям, способны сохранять свою продуктивность.

В рамках исследования были выявлены два гибрида, демонстрирующие устойчивую урожайность: Компетенс с показателем 8,37 т/га и Амарок с показателем 8,57 т/га. Эти результаты были достигнуты при внесении удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность в 9 т/га с применением препаратов компании Мегамикс и выполнением программы на 93,0 % и 95,2 % соответственно.

Список источников

1. Васин В. Г., Трифонов Д. И., Саниев Р. Н. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах кукурузы при выращивании на планируемую урожайность // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 3-10. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_2_3](https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_2_3) EDN: JRHYUM
2. Кожевникова О. П., Васин В. Г., Васин А. В., Трифонов Д. И. Формирование агрофитоценоза и продуктивность кукурузы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4. С. 33-41. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_4_33](https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_4_33) EDN: MGWHRD
3. Лужинский Д. В., Володькин Д. Н., Надточаев Н. Ф., Богданов А. З. Густота стояния растений кукурузы - важный фактор формирования высокопродуктивных агроценозов кукурузы // Земледелие и защита растений. 2019. № 2(123). С. 7-14. EDN: VHFETV
4. Козаев П. З., Юлдашев М. А. Влияние густоты стояния растений на продуктивность зерна кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51. №. 2. С. 59-63. EDN: SFLBRR

5. Сёмина С. А., Гаврюшина И. В., Сёмина Ю. А., Алексеева С. Н. Роль регуляторов роста в формировании урожайности зерна кукурузы // Нива Поволжья. 2021. № 1(58). С. 23-29. DOI: [10.36461/NP.2021.58.1.008](https://doi.org/10.36461/NP.2021.58.1.008) EDN: [BSSH0V](https://www.edn.ru/BSSH0V)
6. Еряшев А. П., Артемьев А. А., Хныкин Т. В. Влияние удобрений и регулятора роста на урожайность зерна кукурузы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 3(71). С. 6-12. DOI: [10.18286/1816-4501-2025-3-6-12](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2025-3-6-12) EDN: [HAQNME](https://www.edn.ru/HAQNME)
7. Piskareva L. A., Cheverdin A. Yu. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield // Journal of Agriculture and Environment. 2020. № 3(15). P. 24-28. DOI: [10.23649/jae.2020.3.15.5](https://doi.org/10.23649/jae.2020.3.15.5) EDN: [DZLAVW](https://www.edn.ru/DZLAVW)
8. Васин В. Г., Васин А. В., Синютина О. П. Поливидовые посевы однолетних культур на зелёный корм при внесении расчётных доз минеральных удобрений // Достижения и новейшие технологии в агрономии на рубеже веков: сб. науч. тр. Кинель: Самарская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. С. 179-181. EDN: [UXYXEP](https://www.edn.ru/UXYXEP)
9. Бурунов А. Н. Эффективность применения микроэлементного удобрения Мегамикс на яровой пшенице // Нива Поволжья. 2011. № 1(18). С. 9-12. EDN: [NDSQOZ](https://www.edn.ru/NDSQOZ)
10. Гибрид кукурузы Лаймс ЕС [сайт]. <https://agroflora.ru/gibrid-kukuruzy-lajmses/> (дата обращения 19.04.26).
11. Сорта и гибриды. ГлавАгроном [сайт]. URL: <https://glavagronom.ru/base/seeds> (дата обращения 24.03.26).
12. Продукция. Мегамикс. [сайт]. URL: <http://megamix52.ru/products> (дата обращения 24.03.26).
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN: [ZJQBUD](https://www.edn.ru/ZJQBUD)

References

1. Vasin, V. G., Trifonov, D. I. & Saniev, R. N. (2022). Indicators of photosynthetic activity of plants in maize crops when growing for planned yields. *Izvestija Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozjaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 2, 3-10. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_2_3](https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_2_3) EDN: [JRHYUM](https://www.edn.ru/JRHYUM) (in Russian).
2. Kozhevnikova, O. P., Vasin, V. G., Vasin, A. V. & Trifonov, D. I. (2022). Formation of agrophytocenosis and productivity of corn in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Izvestija Samarskoi gosudarstvennoi selskokhozjaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 33-41. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_4_33](https://doi.org/10.55471/19973225_2022_7_4_33) EDN: [MGWHRD](https://www.edn.ru/MGWHRD) (in Russian).
3. Lujinskii, D. V., Volodkin, D. N., Nadtochaev, N. F. & Bogdanov, A. Z. (2019). Maize plant density is an important factor in the formation of high-yield maize agroecosystems. *Zemledelie i zaschita rastenii (Farming and plant protection)*, 2, 7-14. EDN: [VHFETV](https://www.edn.ru/VHFETV) (in Russian).
4. Kozaev, P. Z. & Kozaeva, D. P. (2014). Influence of plant density on maize grain productivity in the forest-steppe zone of RNO-Alania. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Izvestia Gorsky State Agrarian University)*, 4, 18-21. EDN: [SFLBRR](https://www.edn.ru/SFLBRR) (in Russian).
5. Semina, S. A., Gavryushina, I. V., Semina, Yu. A. & Alekseeva, S. N. (2021). Role of growth regulators in the formation of corn grain yield. *Niva Povolzh'ya (Niva Volga region)*, 1, 23-29. DOI: [10.36461/NP.2021.58.1.008](https://doi.org/10.36461/NP.2021.58.1.008) EDN: [BSSH0V](https://www.edn.ru/BSSH0V) (in Russian).
6. Yeryashev, A. P., Artemyev, A. A. & Khnykin, T. V. (2025). Influence of fertilizers and growth regulator on corn grain yield. *Vestnik Ul'yanskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii (Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy)*, 3, 6-12. DOI: [10.18286/1816-4501-2025-3-6-12](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2025-3-6-12) EDN: [HAQNME](https://www.edn.ru/HAQNME) (in Russian).
7. Piskareva, L. A. & Cheverdin, A. Yu. (2020). Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield. *Journal of Agriculture and Environment*, 3, 24-28. DOI: [10.23649/jae.2020.3.15.5](https://doi.org/10.23649/jae.2020.3.15.5) EDN: [DZLAVW](https://www.edn.ru/DZLAVW) (in Russian).
8. Vasin, V. G., Vasin, A. V. & Sinyutina, O. P. (2002). Multispecies sowing of annual crops for green forage at calculated doses of mineral fertilizer. Advances and emerging technologies in agronomy at the turn of the century : *collection of scientific papers*. Kinel. 179-181. EDN: [UXYXEP](https://www.edn.ru/UXYXEP) (in Russian).
9. Burunov, A. N. (2011). Effectiveness of using Megamix microelement fertiliser on spring wheat. *Niva Povol'ya (Achievements of agricultural science)*, 1, 9-12. EDN: [NDSQOZ](https://www.edn.ru/NDSQOZ) (in Russian).
10. Гибрид кукурузы Лаймс ЕС. Retrieved from file: <https://agroflora.ru/gibrid-kukuruzy-lajmses/>.
11. Сорта и гибриды. ГлавАгроном. Retrieved from file: <https://glavagronom.ru/base/seeds>
12. Продукция. Мегамикс. Retrieved from file: <http://megamix52.ru/products>
13. Dospekhov, B. A. (1985). Methodology of field experience. EDN: [ZJQBUD](https://www.edn.ru/ZJQBUD) (in Russian).

Информация об авторах:

Василий Григорьевич Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-7880-9008>, e-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Наталья Владимировна Васина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0485-3281>, e-mail: vasina_nv@rambler.ru

Оксана Петровна Кожевникова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0001-9469-0505>, e-mail: kop.78@mail.ru

Егор Сергеевич Макаренко, магистрант;

ID: <https://orcid.org/0009-0003-8052-3724>, e-mail: egorka_makarenkov@mail.ru

Елена Хамидулловна Нечаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5818-8638>, e-mail: exnechaeva@ya.ru

Information about the authors:

Vasily G. Vasin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-7880-9008>, e-mail: vasin_vg@ssaa.ru

Natalya V. Vasina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0003-0485-3281>, e-mail: vasina_nv@rambler.ru

Oksana P. Kozhevnikova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0001-9469-0505>, e-mail: kop.78@mail.ru

Egor S. Makarenkov, undergraduate;

ID: <https://orcid.org/0009-0003-8052-3724>, e-mail: egorka_makarenkov@mail.ru

Elena Kh. Nechaeva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5818-8638>, e-mail: exnechaeva@ya.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.05.2026; одобрена после рецензирования 17.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.

The article was submitted 10.05.2026; approved after reviewing 17.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 633.15:631.821

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-59-66>

ВЛИЯНИЕ ГИПСОВОГО И ДОЛОМИТОВОГО МЕЛИОРАНТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВОЙ КУКУРУЗЫ В САМАРСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

А. А. Бокова

Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме. Цель исследования – совершенствование агротехнических приемов выращивания кукурузы на черноземных почвах Самарского Заволжья, обеспечивающих высокую продуктивность растений, сохранение почвенного плодородия и экологическую безопасность продукции. Производственный опыт по изучению влияния гипсового и доломитового мелиорантов на урожайность зерновой кукурузы проводился 2023-2025 гг. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточно-луговой карбонатный перерытый малогумусный среднесиловой орошаемый тяжелосуглинистый. В южной агроклиматической зоне области почвы характеризуются слабощелочной и среднещелочной реакцией – рН_{сол} 7,55-7,72, с незначительным снижением рН до 0,17 ед. при внесении мелиорантов. Количество агрономически ценных агрегатов повысилось на 1,7% при внесении гипсового мелиоранта относительно контроля и на 13,1 % по сравнению с исходной почвой. При совместном применении доломитового и гипсового мелиорантов превышение составило 4,3-4,6 и 15,4-15,9 % соответственно. Коэффициент структурности повысился с 0,91 до 1,08-1,10. Внесение мелиорантов совместно с удобрениями N₆₀P₆₀ способствует лучшей оптимизации минерального питания растений и, как следствие, увеличению продуктивности культур. Урожайность кукурузы на фоне применения удобрений и дополнительного использования мелиорантов изменялась в пределах от 108,00 до 126,90 ц/га. Максимальную экономическую эффективность обеспечивало внесение гипсового мелиоранта нормой 2 т/га: был получен наибольший условный чистый доход – 116,55 тыс. руб./га и рентабельность производства составила 157,93%, что на 36,01% превосходит контрольный вариант опыта.

Ключевые слова: гипсовый мелиорант, доломитовый мелиорант, кукуруза, чернозем, урожайность

Для цитирования: Бокова А. А. Влияние гипсового и доломитового мелиорантов на продуктивность зерновой кукурузы в Самарском Заволжье // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 59-66. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-59-66](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-59-66)

Original article

INFLUENCE OF GYPSUM AND DOLOMITE SOIL RECLAMATION ON THE PRODUCTIVITY OF GRAIN CORN IN THE SAMARA TRANS-VOLGA REGION

A. A. Bokova

Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.

Abstract. The objective of this study is to improve agrotechnical methods for growing corn on the chernozem soils of the Samara Trans-Volga region, ensuring high plant productivity, preservation of soil fertility and environmental safety of the products. A field trial to study the effect of gypsum and dolomite ameliorants on grain corn yield was planned for 2023-2025. The soil of the experimental plot is ordinary residual meadow carbonate chernozem, dug up, low-humus, medium-deep, irrigated, heavy loamy soil. In the southern agroclimatic zone of the region, soils are characterized by a slightly alkaline to moderately alkaline reaction – pH_{sol} 7.55-7.72, with a slight decrease in pH to 0.17 units when ameliorants are added. The amount of agronomically valuable aggregates increased by 1.7 % with the introduction of a gypsum ameliorant relative to the control and by 13.1 % compared to the original soil. With the combined use of dolomite and gypsum ameliorants, the excess was 4.3-4.6 and 15.4-15.9 %, respectively. The structure coefficient increased from 0.91 to 1.08-1.10. The application of ameliorants together with N₆₀P₆₀ fertilizers contributes to better optimization of mineral nutrition of plants and, as a result, to an increase in crop productivity. Corn yields varied between 108.00 and 126.90 c/ha with the addition of fertilizers and ameliorants. Maximum economic efficiency was achieved with the application of a gypsum ameliorant at a rate of 2 t/ha: the highest conditional net income was achieved – 116.550 rubles/ha, and production profitability was 157.93 %, which is 36.01 % higher than the control variant.

Keywords: gypsum meliorant, dolomite meliorant, corn, black soil, productivity

For citation: Bokova, A. A. (2026). Influence of gypsum and dolomite soil reclamation on the productivity of grain corn in the Samara Trans-Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 59-66. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-59-66](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-59-66) (In Russian).

Введение. Ключевой и стратегической задачей аграрного производства Поволжского региона остается разработка научно обоснованных подходов к интенсификации земледелия и неразрывно связано с вопросами сохранения и воспроизводства почвенного плодородия [1-3]. Сохранение и повышение плодородия почв, оптимизация минерального питания растений, составляющие основу получения стабильно высоких урожаев, непосредственно связаны с научно обоснованными системами применения агроруд и удобрений [4-7].

Среди местных сырьевых ресурсов Самарской области, перспективных для применения в качестве мелиорантов и удобрений, следует выделить гипсовый и доломитовый мелиоранты [8], известняк и щебень (Сокское месторождение, Падовское месторождение, Клявлинское месторождение).

Разработка технологических приемов применения мелиорантов в системе удобрения сельскохозяйственных культур [9-10] представляет собой актуальное направление современных агрономических исследований, ориентированное на реализацию принципов ресурсосбережения [11] и экологической безопасности сельскохозяйственного производства.

Цель исследований – разработка и совершенствование элементов технологии возделывания кукурузы, обеспечивающих высокую урожайность и воспроизводство плодородия черноземных почв Самарского Заволжья.

Задачи исследований:

- установить степень влияния различных норм гипсового и доломитового мелиорантов на агрохимические показатели плодородия почвы, динамику макроэлементов;
- провести количественную оценку влияния различных норм гипсового и доломитового мелиорантов на агрофизические показатели почвы, влагообеспеченность и водопотребление растений;
- выявить влияние различных норм внесения гипсового и доломитового мелиорантов на особенности роста и развития растений, формирование элементов структуры урожая и продуктивность кукурузы;
- провести экономическую оценку целесообразности внесения гипсового и доломитового мелиорантов на черноземе под посевы кукурузы, обобщить данные полевого опыта, сделать соответствующие выводы и предложения.

Материал и методы исследований. Производственный опыт по изучению влияния гипсового и доломитового мелиорантов на урожайность кукурузы на зерно закладывался по методике Б. А. Доспехова в 2023-2025 гг. и был проведен по следующей схеме:

- 1) $N_{60}P_{60}$ (контроль);
- 2) + гипсовый мелиорант (ГМ) 2 т/га;
- 3) + ГМ и доломитовый мелиорант (ДМ) в соотношении 1:1, доза внесения 4 т/га;
- 4) + ГМ и ДМ в соотношении 2:1, доза внесения 4 т/га.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный остаточного лугового карбонатного перерыва малогумусный среднемощный орошаемый тяжелосуглинистый.

Объектом исследования был гибрид кукурузы на зерно Росс 186 МВ – раннеспелый простой гибрид, включенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2016 году для возделывания на зерно в Средневолжском регионе

Мелиоранты, используемые в опыте: мелиорант гипсовый – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и мелиорант доломитовый $CaCO_3 + MgCO_3$, производятся путем комплексной переработки (измельчения) горной породы – гипса, добываемого на участке «Овраг Старо-Ближний», расположенном в границах муниципального района Кинельский Самарской области АО «Самарский гипсовый комбинат». Гипсовый и доломитовый мелиоранты с 19 декабря 2025 года находятся в Реестре разрешенных пестицидов и агрохимикатов и допущены к обороту на территории Российской Федерации для сельскохозяйственного производства и личных подсобных хозяйств.

Возделывание кукурузы осуществлялось в условиях орошаемого севооборота, предшественником являлась соя. Мелиоративные мероприятия предусматривали внесение гипсового и доломитового мелиорантов на глубину 12-14 см с последующим боронованием. Мелиоранты применялись на фоне принятой в хозяйстве системы удобрений $N_{60}P_{60}$. Внесение минеральных удобрений (аммиачная селитра N_{34} и аммофос $N_{12}P_{52}$) производили под предпосевную культивацию Семена кукурузы размещались в почве широкорядным способом с шириной междурядий 70 см. После посева осуществляли прикатывание зубчато-кольчатым катком.

Для орошения применяли дождевальную машину фирмы BAUER. Вода поступала из открытого оросительного канала. Источник воды для канала – река Волга.

Вегетация кукурузы в весенне-летний период 2023 года и в сентябре проходила при жестком температурном режиме и дефиците атмосферной влаги. За период май-сентябрь сумма положительных температур составила 2661 °С при норме 2568 °С, количество осадков – 92 мм, при норме 207 мм. ГТК равнялся 0,35 единиц. Таким образом, искусственное орошение явилось ключевым фактором, обеспечившим получение планируемого урожая кукурузы.

В условиях 2024 года всходы появились в третьей декаде мая при засушливой погоде и повышенной температуре на 2 °С выше нормы. В мае температура воздуха в целом соответствовала норме, тогда как количество осадков оказалось в 6 раз ниже среднееголетнего показателя. В течение вегетационного периода отмечались температуры на 2-4 °С выше нормы и засушливые условия. Период вымётывания и цветения календарно пришёлся на июль, который характеризовался наименьшим количеством выпавших осадков. Сентябрь также был крайне засушливым: за первую декаду выпало 0,8 мм осадков при среднееголетнем показателе 44 мм.

Погодные условия 2025 года характеризовались немного повышенной температурой воздуха на 1-2 °С от нормы. В период май-сентябрь сумма положительных температур достигла 2 793 °С при климатической норме 2 568 °С. Количество выпавших атмосферных осадков равнялось 226,6 мм, при норме 207 мм. ГТК за этот период составил 0,81 единиц. В этих условиях получение планируемого урожая кукурузы стало возможным благодаря обильному выпадению осадков в период вегетации и искусственного орошения опытного поля в засушливые периоды.

Для проведения анализов почвенных и растительных образцов применялись общепринятые методы: pH солевой вытяжки по ГОСТ 26483-85 «Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение её pH по методу ЦИНАО», содержание гумуса методом И. В. Тюрина (ГОСТ 26213-2021 «Почвы. Методы определения органического вещества»), щелочногидролизующего азота по методу Корнфильда, подвижных форм фосфора и калия по методу Ф.В. Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО»), сумму поглощенных оснований – по методу Каппена (ГОСТ 27821-2020 «Почвы. Определение суммы поглощённых оснований по методу Каппена»), содержание водорасщепляемых агрегатов по методу Н. И. Саввинова, коэффициент структурности – расчетным методом [12], плотность пахотного слоя методом режущих колец, общую пористость – расчетным методом, полевую влажность термостатно-весовым методом по ГОСТ 28268-89 «Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений», запасы продуктивной влаги и водопотребление растений – расчетным методом по А.Н. Костякову, содержание протеина в зерне кукурузы – методом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-2019 «Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина»).

Учет урожая проводили весовым методом поделочно. Для математической обработки экспериментальных данных применяли дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ с использованием программных пакетов Statistica 7.0 и Microsoft Excel.

Результаты исследований. В южной агроклиматической зоне области почвы характеризуются слабощелочной и среднещелочной реакцией – pH_{сол} 7,55-7,72, с незначительным снижением pH до 0,17 ед. при внесении мелиорантов (табл. 1). Однако, почва по значению обменной кислотности остается в среднещелочной градации и становится оптимальной (pH 5,5-7,5) для возделывания кукурузы.

В почве под чистым паром содержание гумуса было на уровне 3,90-3,92%. Под растениями кукурузы количество гумуса составило от 4,07 до 4,14% (табл. 1). Внесение мелиорантов способствовало незначительному повышению содержанию гумуса: при внесении гипсового мелиоранта в норме 2 т/га гумуса на 0,04% относительно контроля, а при совместном применении его с доломитовым мелиорантом превышение оставило 0,05-0,07%. Максимальная прибавка выявлена при внесении гипсового и доломитового мелиорантов в норме 4 т/га в соотношении 2:1.

Таблица 1

Агрохимические показатели почвы на посевах кукурузы при внесении гипсового (ГМ) и доломитового мелиорантов (ДМ), 2023-2025 гг.

Вариант опыта	pH _{сол}	Содержание				ЕКО, мг-экв/100 г	S, мг-экв/100 г
		гумуса, %	ЩГ азота, мг/кг	подвижного фосфора, мг/кг	подвижного калия, мг/кг		
№60Р60 (контроль)	7,72	4,07	87,0	63,6	102,1	27,48	22,92
+ ГМ 2 т/га	7,55	4,11	87,4	64,0	102,6	27,72	23,20
+ ГМ + ДМ 1:1, 4 т/га	7,56	4,12	88,2	64,7	103,1	27,88	23,36
+ ГМ + ДМ 2:1, 4 т/га	7,56	4,14	88,2	64,7	103,5	27,95	23,58

Содержание щелочногидролизующего (ЩГ) азота в почве варьируется в пределах от 87,0 до 88,2 мг/кг (табл. 1). Внесение мелиорантов положительно влияет на содержание ЩГ азота, и достигает наибольших значений при повышенных дозах мелиорантов – 88,2 мг/кг, что на 1,4% превышает контроль. Внесение гипсового мелиоранта в норме 2 т/га незначительно увеличивает данный показатель на 0,4 мг/кг.

Концентрация подвижного фосфора в почвах составляет 62,0-66,9 мг/кг, что оценивается как среднее (табл. 1). Внесение мелиорантов способствовало улучшению фосфорного режима, и с увеличением нормы применения, концентрация фосфора в почве повышается. Наибольшая прибавка фосфора отмечена при использовании смеси мелиорантов в соотношении 1:1 и 2:1 в норме 4 т/га, что превышает контрольный уровень на 1,1 мг/кг или 1,7%.

Содержание подвижного калия варьируется от 102,1 до 103,5 мг/кг (табл. 1). При увеличении норм применения мелиорантов происходит повышение содержания калия на 0,5 мг/кг при использовании гипса в норме 2 т/га, на 1,0 мг/кг при внесении смеси гипсового и доломитового мелиорантов 1:1 в норме 4 т/га и на 1,4 мг/кг при соотношении мелиорантов 2:1. Наибольшее отклонение от контроля выявлено при применении гипсового мелиоранта в сочетании с доломитовым мелиорантом в соотношении 2:1 в норме 4 т/га, что на 1,4 % выше контрольного варианта опыта.

Емкость катионного обмена (ЕКО) равнялась 27,48-27,95 мг-экв/100 г (табл. 1), что в среднем на 1,9 мг-экв/100 г выше, чем в паровом поле. При внесении мелиорантов наблюдается значительное повышение ЕКО: при использовании гипса в норме 2 т/га превышение составило 0,24 мг-экв/100 г, а при внесении гипсового и доломитового мелиорантов в соотношении 1:1 и 2:1 – на 0,40-0,47 мг-экв/100 г. Наибольшая прибавка по отношению к контролю выявлена при внесении смеси гипсового и доломитового мелиорантов в соотношении 2:1 в норме 4 т/га – 0,47 мг-экв/100 г на посевах кукурузы.

Сумма обменных оснований в паровом поле составляет 20,85-20,87 мг-экв/100 г (табл. 1). Сумма обменных оснований в почвах под кукурузой более чем на 2 мг-экв/100 г превышают значения, полученные в паровом поле и равнялась на контрольном варианте 22,92 мг-экв/100 г. Внесение мелиорантов позволяет повысить эти значения на 0,28-0 мг-экв/100 г при использовании гипса в норме 2 т/га, на 0,44 мг-экв/100 г при применении смеси гипса и доломита в норме 4 т/га в соотношении 1:1 и на 0,66 мг-экв/100 г при соотношении мелиорантов 2:1. С повышением дозы вносимого мелиоранта количество обменных оснований увеличивается в среднем на 0,20-0,25 мг-экв/100 г по сравнению с предыдущим вариантом опыта.

В ходе проведения исследования агрофизических свойств почвы были оценены структура и общие физические свойства почвы. Результаты, приведенные в таблице 2 показывают, что агрофизические показатели черноземной почвы при внесении мелиорантов, как в чистом виде, так и при совместном применении стали вполне оптимальными для возделываемой культуры.

Таблица 2

Агрофизические свойства почвы на посевах кукурузы
при внесении гипсового (ГМ) и доломитового мелиорантов (ДМ), 2023-2025 гг.

Вариант опыта	Содержание водопрочных агрегатов, %			Коэффициент структурности, Кс	Плотность почвы, г/см ³		Общая пористость почвы, %	
	исходное содержание	агрегаты > 0,25 мм	отклонение от исходного		начало вегетации, перед посевом	в период уборки	начало вегетации, перед посевом	в период уборки
N ₆₀ P ₆₀ (контроль)	36,7	47,7	11,0	0,91	1,06	1,29	58,4	49,4
+ ГМ 2 т/га	36,3	49,4	13,1	0,98	1,05	1,28	58,8	49,8
+ ГМ + ДМ 1:1, 4 т/га	36,6	52,0	15,4	1,08	1,03	1,27	59,6	50,2
+ ГМ + ДМ 2:1, 4 т/га	36,4	52,3	15,9	1,10	1,03	1,25	59,6	51,0

Количество водопрочных агрегатов в почве находилось в пределах 36,3-52,3%, минимальные значения, равные 36,3-36,7% были характерны для исходного состояния почвы. Внесение минеральных удобрений повлияло на структурное состояние пахотного слоя, и количество водопрочных агрегатов возросло на 11% от исходного значения. Дальнейшее увеличение содержания агрономически ценных структур почвы стало возможным благодаря внесению мелиорантов: на 1,7% при использовании гипса в норме 2 т/га. Внесение смеси гипсового и доломитового мелиорантов в соотношении 1:1 увеличило содержание водопрочных агрегатов по сравнению с фоном на 4,3% и соотношении 2:1 на 4,6%. В целом, внесение гипса и доломита способствовало повышению структурности почвы, и относительно исходных показателей содержание водопрочных агрегатов повысилось на 13,1-15,9%.

Для характеристики структурного состояния почвы был определен коэффициент структурности (Кс), который равнялся 0,90-1,10 (табл. 2). При внесении только минеральных удобрений Кс составил 0,91 на посевах кукурузы. При использовании в качестве мелиоранта гипса в норме 2 т/га произошло повышение коэффициента структурности на 0,06 ед. Совместное применение гипсового и доломитового мелиоранта повышает Кс на 0,17-0,19 единиц.

При возделывании кукурузы необходимо поддерживать значение плотности почвы не более 1,3 г/см³. Оптимальная плотность считается равной 1,1-1,3 г/см³. При увеличении уплотнения до 1,35 г/см³ и выше снижается урожайность культур. В нашем опыте плотность почвы перед посевом составила 1,03-1,06 г/см³. При внесении гипсового и доломитового мелиорантов снижается плотность пахотного слоя на 0,01-0,03 г/см³ от контрольного значения. В течение вегетации, роста культур и проходов техники плотность почвы увеличилась в среднем

на 0,2-0,3 г/см³ и стала равной 1,25-1,29 г/см³. (табл. 2). Плотность снижается при внесении гипса на 0,01 г/см³ под растениями кукурузы и на 0,02 г/см³ на варианте опыта гипсовый мелиорант + доломитовый мелиорант 1:1, 4 т/га, а при использовании гипсового и доломитового мелиоранта в соотношении 1:1, в норме 4 т/га снижение более существенно и составило 0,04 г/см³.

Полученные данные по пористости почвы подтверждают имеющуюся закономерность: чем выше плотность почвы, тем меньше её пористость, и наоборот. Это связано с тем, что чем плотнее почва, тем ближе подходят друг к другу частицы, и тем мельче поры между ними и их суммарный объём. В почве под посевами кукурузы пористость составила 58,4-59,6% (табл. 2). При внесении гипсового мелиоранта в дозе 2 т/га происходит повышение пористости почвы относительно контроля на 0,4%. Совместное использование гипсового и доломитового мелиорантов позволяет повысить пористость на 1,2%.

Значения пористости почвы в период уборки культур стали в среднем на 8-9 % меньше, чем в начале вегетации. Это связано с уплотнением почвы в течение вегетации кукурузы (табл. 2). Внесение мелиорантов также способствовало снижению плотности, и, как следствие, увеличению пористости почвы. Так, внесение гипсового мелиоранта в норме 2 т/га под кукурузу повышает данный показатель на 0,4% по сравнению с контролем. Возрастание пористости на 1,6% выявлено при совместном применении гипсового и доломитового мелиорантов в соотношении 2:1 в норме 4 т/га.

В ходе работы оценены показатели влажности почвы, а также проведен мониторинг влагозапасов и водопотребления кукурузы. В начале вегетации влажность пахотного слоя почвы достигала 18,3-19,0% под кукурузой, после уборки которой влажность почвы снизилась до 13,0-13,5%. Наблюдалось снижение влажности при внесении мелиорантов на 0,4-0,5% относительно контроля.

На посевах кукурузы накоплено от 38,48 мм до 40,32 мм в пахотном слое и от 159,91 до 163,76 мм в метровом. Влияние мелиорантов на влагозапасы было минимальным при использовании 2 т/га гипсового мелиоранта запасы продуктивной влаги увеличились на 0,58 в слое 0-320 см и на 1,62 мм в слое 0-100 см. При внесении смеси мелиорантов изменение составило соответственно на 1,52-1,84 мм и 3,41-3,85 мм.

В процессе вегетации запасы продуктивной влаги в почве значительно снизились, и в метровом слое к моменту уборки количество влаги стало в 1,3-1,6 раза меньше, чем в фазу всходов. При внесении мелиорантов произошло снижение запасов влаги на 1,55-2,75 мм в пахотном горизонте и на 2,2-6,3% на глубине 0-100 см.

Кукуруза требует значительно количество воды, и водопотребление составило 2608-2723 м³/га, с увеличением водопотребления на 44,7-114,2 м³/га при использовании мелиорантов. Однако, при этом отмечался рост урожайности. В результате расход воды на получение единицы урожая не возрастал – оставался на прежнем уровне и несколько снижался. Для количественной оценки использовали коэффициент водопотребления, рассчитанный как отношение суммарного водопотребления к урожайности кукурузы. Коэффициент водопотребления в условиях южной агроэкологической зоны для кукурузы – 296,3-307,8 м³/т, применение мелиорантов уменьшает водопотребление на единицу урожая. При совместном использовании гипсового и доломитового мелиорантов в различных соотношениях снижение коэффициента составляет 7,7-10,3 м³/т относительно контрольного варианта опыта.

На основании результатов оценки структуры урожая можно отметить, что на варианте опыта гипсовый мелиорант + доломитовый мелиорант в соотношении 1:1 в норме 4 т/га початки кукурузы характеризовались большей длиной, общим количеством зерен с початка, их массой и получена максимальная масса 1000 зерен в опыте – 355,0 г, что превышает контрольное значение на 9,2 г.

Анализ структуры качества зерна кукурузы позволил выявить следующие закономерности: минимальное содержание белка отмечено при применении гипса в норме 2 т/га – 9,16%, что ниже фонового варианта 0,13%. Также незначительно меньше фонового значения по содержанию белка оказались вариант применения смеси гипса и доломита в соотношении 1:1 в дозе 4 т/га, что ниже фона на 0,06% соответственно. Данную закономерность можно объяснить тем, что при увеличении урожайности содержание белка в зерне падает. Только на варианте опыта, где применяли гипсовый и доломитовый мелиоранты в соотношении 2:1, количество белка в зерне превышало фоновый показатель на 0,06%. Общий сбор протеина был значительно выше в вариантах опыта с применением мелиорантов. Превышение на 136,6 кг/га или 13,6% относительно контроля для варианта применения гипсового и доломитового мелиорантов в соотношении 1:1, и на 159,1-159,8 кг или 15,9% при внесении гипса в норме 2 т/га и совместном применении его с доломитом в соотношении 2:1 в норме 4 т/га. В целом, сбор протеина составил от 1003,3 кг/га при внесении только минеральных удобрений до 1139,9-1163,1 кг/га при внесении мелиорантов.

Внесение мелиорантов совместно с минеральными удобрениями способствует лучшей оптимизации минерального питания растений и, как следствие, росту урожайности культур. В условиях южной агроэкологической зоны Самарской области растения кукурузы сформировали урожай в пределах 108,0 ц/га на фоне минеральных

удобрений до 126,9 ц/га при дополнительном внесении гипсового мелиоранта в норме 2 т/га. Прибавка относительно контроля составила 18,9 ц или 17,5% (табл. 3).

Оценка экономической эффективности технологии возделывания кукурузы с применением гипсового и доломитового мелиорантов была проведена на основе технологических карт (табл. 3).

Таблица 3

Экономическая эффективность
гипсового (ГМ) и доломитового мелиорантов (ДМ) на посевах кукурузы, 2023-2025 гг.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стоимость продукции, тыс.руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га	Условный чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
N ₆₀ P ₆₀ (контроль)	108,00	162,00	73,0	89,00	121,92
+ ГМ 2 т/га	126,90	190,35	73,8	116,55	157,93
+ ГМ + ДМ 1:1, 4 т/га	123,50	185,25	74,6	110,65	148,32
+ ГМ + ДМ 2:1, 4 т/га	124,40	186,6	74,6	112,00	150,13

При внесении гипсового и доломитового мелиорантов урожайность увеличилась на 14,4-17,5% по сравнению с контролем. Это привело к возрастанию стоимости продукции на 20-30 тыс. руб/га, а производственные затраты возрастали относительно контрольного варианта на 800 рублей при внесении гипсового мелиоранта в норме 2 т/га и на 1 600 руб при использовании смеси мелиорантов в норме 4 т/га. Условно чистый доход при внесении мелиорантов равнялся 110,65-116,55 тыс руб/га против 89 тыс руб на контроле. Рентабельность выросла на 26-36 % и составила 148,32-157,93%. Максимальная урожайность, а также прибыль и рентабельность получена в варианте применения 2 т/га гипсового мелиоранта – 126,90 ц/га зерна, 116,55 тыс руб /га и 157,93% соответственно.

Выводы.

1) Применение мелиорантов обеспечило мелиорирующий эффект в виде снижения обменной кислотности (на 0,17 ед. рН к контролю) и формирования положительного баланса гумуса. В посевах кукурузы содержание гумуса возросло на 0,04-0,07%, достигнув значений 4,11-4,14%.

Наблюдалось существенное улучшение питательного режима: содержание щелочногидролизуемого азота превысило контроль на 0,4–1,2 мг/кг, подвижного фосфора – на 0,4-1,1 мг/кг, калия – на 0,5-1,4 мг/кг почвы.

Максимальный рост емкости катионного обмена (ЕКО) и суммы обменных оснований (на 0,47 и 0,66 мг-экв/100 г почвы соответственно) зафиксирован при использовании смеси гипса и доломита (2:1, 4 т/га). Это подтверждает синергетический эффект мелиорантов в повышении буферности и общего плодородия черноземов.

2) Применение гипсового мелиоранта как в чистом виде, так и в сочетании с доломитовым, оказало положительное влияние на физические показатели пахотного слоя черноземов. Агрофизические свойства почвы достигли оптимальных значений: количество агрономически ценных агрегатов увеличилось на 1,7-4,6% относительно контроля, а коэффициент структурности возрос с 0,91 до 1,10. Плотность сложения пахотного горизонта снизилась в среднем на 0,04 г/см³.

Максимальное накопление продуктивной влаги за счет зимних осадков отмечено при внесении смеси мелиорантов (1:1 и 2:1) в норме 4 т/га. На этих вариантах запас влаги достоверно превышал контроль на 1,52-1,84 мм в пахотном и на 3,41–3,85 мм в метровом слое. Кроме того, использование смеси мелиорантов в соотношении 1:1 способствовало наибольшему снижению коэффициента водопотребления кукурузы.

3) Анализ структуры урожая показал, что на варианте с совместным внесением гипсового и доломитового мелиорантов (1:1, 4 т/га) формировались наиболее крупные початки с максимальным количеством и массой зерен. Здесь же зафиксирована наибольшая масса 1000 зерен – 355,0 г, что выше контроля на 9,2 г.

Сочетание мелиорантов с минеральными удобрениями (N₆₀P₆₀) оптимизирует питание растений, обеспечивая урожайность в диапазоне 108,0-126,9 ц/га. Максимальный эффект достигнут при внесении гипсового мелиоранта в норме 2 т/га: прибавка составила 18,9 ц/га, или 17,5% к контролю.

4) Величина условного чистого дохода от использования мелиорантов изменялась в пределах 110,65-116,55 тыс. руб./га. Максимальную экономическую эффективность обеспечивало внесение гипсового мелиоранта нормой 2 т/га: был получен наибольший условный чистый доход – 116,55 тыс. руб./га и рентабельность производства составила 157,93%, что на 36,01% превосходит контрольный вариант опыта.

Заключение. Для минимизации антропогенной деградации и восстановления плодородия черноземов в лесостепи Среднего Поволжья рекомендуется внедрение химической мелиорации. Установлено, что внесение гипсового мелиоранта месторождения «Овраг Старо-Ближний» в дозе 2 т/га является эффективным приемом, обеспечивающим рост урожайности и повышение качества зерна.

Список источников

1. Арефьев А. Н., Кузин Е. Н., Ефремова Е. Н., Калмыкова Е. В. Изменение плодородия чернозёма обыкновенного солонцеватого и урожайности сельскохозяйственных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. 2015. № 2 (38). С. 80-84. EDN: [TZBTYL](#)
2. Троц Н. М., Машков С. В., Бокова А. А., Суворов Е. Е. Ретроспективный анализ состояния плодородия чернозёмных почв в центральной агроэкологической зоне Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 21-28. DOI: [10.55170/19973225_2023_8_4_21](#) EDN: [NINLYV](#)
3. Чевердин Ю. И., Титова Т. В., Беспалов В. А. Влияние химических мелиорантов на микробиологическую активность черноземно луговых почв // Агрохимия. 2023. № 6. С. 12-21. DOI: [10.31857/S0002188123060066](#) EDN: [QOSUHC](#)
4. Аканова Н. И., Шеуджен А. Х., Визирская М. М. Эффективность фосфогипса, как химического мелиоранта и минерального удобрения на урожайность подсолнечника и кукурузы в условиях выщелоченного чернозема Краснодарского края // Нива Поволжья. 2018. № 2 (47). С. 40-49. EDN: [XRHKHR](#)
5. Горленко А. С., Воронина Л. В., Яковлев А. С., Поздняков Л. А., Фёдорова О. А. Оценка воздействия искусственного почвогрунта на основе отхода производства фосфорных удобрений (фосфогипса) на жизнедеятельность почвенных микроорганизмов // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 59-67. DOI: [10.24412/1029-2551-2022-1-011](#) EDN: [RQHICE](#)
6. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Черкасов М. С. Эффективность цеолита, в том числе модифицированного, в качестве удобрения кукурузы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3 (51). С. 76-84. DOI: [10.18286/1816-4501-2020-3-76-84](#) EDN: [ELOVAM](#)
7. Некрасов Р. В., Аканова Н. И., Шеуджен А. Х., Визирская М. М. Перспективы применения фосфогипса как химического мелиоранта в земледелии Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6 (372). С. 93-98. DOI: [10.24411/2587-6740-2019-16115](#) EDN: [HACJOD](#)
8. Троц Н. М., Троц В. Б., Бахмуров Я. А., Бокова А. А. Эффективность действия гипсового и доломитового мелиорантов на плодородие чернозёмов солонцеватых и формирование урожая кукурузы на зерно в условиях лесостепи Самарского Заволжья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2025. № 2 (112). С. 53-60. DOI: [10.37670/2073-0853-2025-112-2-53-60](#) EDN: [XFUXTL](#)
9. Шеуджен А. Х. Эффективность различных форм нейтрализованного фосфогипса в качестве поликомпонентного удобрения для посевов риса // Агрохимия. 2025. № 3. С. 37-45. DOI: [10.7868/S3034496425030054](#) EDN: [UQRJYO](#)
10. Аканова Н. И., Холмьева Л. Н., Можаренко М. Н., Денисов К. Е. Эффективность применения фосфогипса в системе питания сои // Плодородие. 2022. № 1. С. 65-68. DOI: [10.25680/S19948603.2022.124.17](#) EDN: [KUFXNM](#)
11. Платонов В. И., Троц Н. М., Платонова С. А. [и др.]. Верификация модели DNDC для оценки эмиссии углекислого газа на сельскохозяйственных полях с использованием метода газовой хроматографии // Сорбционные и хроматографические процессы. 2025. Т. 25, № 6. С. 826-838. DOI: [10.17308/sorpchrom.2025.25/13474](#) EDN: [MDRVEL](#)
12. Гарбуз С. Н., Ярославцева Н. В., Холодов В. А. Ферментативная активность внутри и снаружи водоустойчивых агрегатов в почвах разного вида использования // Почвоведение. 2016. № 3. С. 398-407. DOI: [10.7868/S0032180X16030035](#) EDN: [VPYBKD](#)

References

1. Arefyev, A. N., Kuzin, E. N., Efremova, E. N. & Kalmykova, E. V. (2015). Changes in the fertility of ordinary solonchic chernozem and crop yields. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo Kompleksa: Nauka i Vysshee Obrazovanie (Bulletin of the Lower Volga Agrouniversity Complex: Science and Higher Education)*. 2(38), 1-6. EDN: [TZBTYL](#) (in Russian).
2. Trots, N. M., Mashkov, S. V., Bokova, A. A. & Suvorov, E. E. (2023). Retrospective analysis of the fertility status of chernozem soils in the central agroecological zone of the Samara region. *Izvestiya Samarskoy Gosudarstvennoy Selskokhozyaystvennoy Akademii (Bulletin of Samara State Agricultural Academy)*. 4, 21-28. DOI: [10.55170/19973225_2023_8_4_21](#) EDN: [NINLYV](#) (in Russian).
3. Cheverdin, Yu. I., Titova, T. V. & Bepalov, V. A. (2023). Influence of chemical ameliorants on the microbiological activity of chernozem-meadow soils. *Agrokhimiya (Agrochemistry)*. 6, 12-21. DOI: [10.31857/S0002188123060066](#) EDN: [QOSUHC](#) (in Russian).
4. Akanova, N. I., Sheudzhen, A. Kh. & et al. (2018). Efficiency of phosphogypsum as a chemical ameliorant and mineral fertilizer on the yield of sunflower and corn in leached chernozem of the Krasnodar region. *Niva Povolzhya (Volga Region Niva)*. 2(47), 2-7. EDN: [XRHKHR](#) (in Russian).
5. Gorlenko, A. S., Voronina, L. V., Yakovlev, A. S., Pozdnyakov, L. A. & Fedorova, O. A. (2022). Assessment of the impact of artificial soil based on phosphogypsum waste on soil microbial activity. *Agrokhimicheskiy Vestnik (Agrochemical Herald)*. 1, 59-67. DOI: [10.24412/1029-2551-2022-1-011](#) EDN: [RQHICE](#) (in Russian).
6. Kulikova, A. Kh., Yashin, E. A. & Cherkasov, M. S. (2020). Efficiency of zeolite, including modified, as a corn fertilizer. *Vestnik Ul'yanovskoy Gosudarstvennoy Selskokhozyaystvennoy Akademii (Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy)*. 3(51), 76-84. DOI: [10.18286/1816-4501-2020-3-76-84](#) EDN: [ELOVAM](#) (in Russian).
7. Nekrasov, R. V., Akanova, N. I., Sheudzhen, A. Kh. & Vizirskaya, M. M. (2019). Prospects for the use of phosphogypsum as a chemical ameliorant in agriculture of the Russian Federation. *Mezhdunarodnyy Selskokhozyaystvennyy Zhurnal (International Agricultural Journal)*. 6(372), 93-98. DOI: [10.24411/2587-6740-2019-16115](#) EDN: [HACJOD](#) (in Russian).
8. Trots, N. M., Trots, V. B., Bakhmurov, Ya. A. & Bokova, A. A. (2025). Efficiency of gypsum and dolomite ameliorants on fertility of solonchic chernozems and grain corn yield formation in the forest-steppe of the Samara Trans-Volga region. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta (Izvestia Orenburg State Agrarian University)*. 2(112), 53-60. DOI: [10.37670/2073-0853-2025-112-2-53-60](#) EDN: [XFUXTL](#) (in Russian).

9. Sheudzhen, A. Kh. (2025). Efficiency of various forms of neutralized phosphogypsum as a polycomponent fertilizer for rice crops. *Agrokimiya (Agrochemistry)*. 3, 37-45. DOI: [10.7868/S3034496425030054](https://doi.org/10.7868/S3034496425030054) EDN: UQRJYO (in Russian).
10. Akanova, N. I., Kholomieva, L. N., Mozhareno, M. N. & Denisov, K. E. (2022). Efficiency of phosphogypsum application in the soybean nutrition system. *Plodorodie (Fertility)*. 1, 65-68. DOI: [10.25680/S19948603.2022.124.17](https://doi.org/10.25680/S19948603.2022.124.17) EDN: KUFXNM (in Russian).
11. Platonov, V. I., Trots, N. M., Platonova, S. A. & et al. (2025). Verification of the DNDC model for assessing carbon dioxide emissions from agricultural fields using gas chromatography. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protssesy (Sorption and Chromatographic Processes)*, 25(6), 826-838. DOI: [10.17308/sorpchrom.2025.25/13474](https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2025.25/13474) EDN: MDRVLE (in Russian).
12. Garbuz, S. N., Yaroslavlseva, N. V. & Kholodov, V. A. (2016). Enzymatic activity inside and outside water-stable aggregates in soils of different land use. *Pochvovedenie (Soil Science)*. 3, 398-407. DOI: [10.7868/S0032180X16030035](https://doi.org/10.7868/S0032180X16030035) EDN: VPYBKD (in Russian).

Информация об авторах:

Анна Алексеевна Бокова, аспирант;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-5193-364X>, e-mail: anuta1998b@mail.ru

Information about the authors:

Anna A. Bokova, Graduate Student;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-5193-364X>; e-mail: anuta1998b@mail.ru

Конкурирующие интересы: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Competing interests: The author declares no competing interests regarding.

Статья поступила в редакцию 5.05.2026; одобрена после рецензирования 19.06.2026; принята к публикации 30.05.2026.

The article was submitted 5.05.2026; approved after reviewing 19.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 63.5995

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-67-73>

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И РАЗЛИЧНЫХ КОМБИНАЦИЙ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА СИЛОС В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В. Н. Фомин^{1✉}, А. В. Владимиров², Р. Г. Хуснутдинов³

^{1,2} Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

³ ООО «Бионоватик», Казань, Россия.

Резюме: Настоящая работа направлена на оценку фотосинтетической деятельности агроценозов кукурузы, выращиваемой на силос, в условиях серых лесных почв Среднего Поволжья. В статье обобщены результаты полевого опыта 2022–2024 гг., в котором изучали влияние уровня минерального питания и различных схем внекорневого внесения препаратов Биодукс, Батр и Изагри Вита на развитие листового аппарата, формирование листового фотосинтетического потенциала и урожайность гибрида Каскад 195 СВ. Схема опыта предусматривала два фона питания: без применения удобрений и расчётное внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность 35,0 т/га зелёной массы. Вторым фактором выступали варианты листовой обработки, включавшие как отдельное применение препаратов, так и их двух- и трёхкомпонентные сочетания. Почва опытного участка характеризовалась содержанием гумуса 2,6–3,0 %, обеспеченностью подвижным фосфором 151–159 мг/кг и обменным калием 179–194 мг/кг, при реакции почвенного раствора рНКСI 5,8–6,1. На основании сравнительного анализа установлена агрономическая эффективность комплексного использования микроудобрений и регулятора роста в составе баковых смесей. Наиболее высокие значения листового фотосинтетического потенциала у гибрида Каскад 195 СВ формировались при включении в технологию трёхкомпонентной смеси Биодукс + Батр + Изагри Вита. На расчётном фоне питания этот показатель достигал 3150,8 тыс. м²/га × дней. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность 35,0 т/га усиливало развитие ассимиляционного аппарата: средняя площадь листовой поверхности за период исследований возрастала на 33,9 %, а фотосинтетический потенциал – на 45,73 % по сравнению с неудобренным контролем. Совместное применение Внесение расчётных доз минеральных туков, рассчитанных на получение 35,0 т/га зелёной массы и трёхкомпонентной внекорневой обработки обеспечило достоверное увеличение урожайности зелёной массы на 6,25 т/га, или на 19,60 %. Полученные результаты подтверждены производственными опытами, выполненными в ООО Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays* L.), баковые смеси, листовая подкормка, зелёная масса, минеральное питание, фотосинтетический потенциал, микроудобрения, регулятор роста

Для цитирования: Фомин В. Н., Владимиров А. В., Хуснутдинов Р. Г. Влияние уровня минерального питания и различных комбинаций листовых подкормок на фотосинтетическую деятельность агроценозов и урожайность кукурузы, возделываемой на силос в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 67–73. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-67-73](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-67-73)

Original article

THE EFFECT OF THE LEVEL OF MINERAL NUTRITION AND VARIOUS COMBINATIONS OF LEAF FERTILIZERS ON THE PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF AGROCENOSSES AND THE YIELD OF CORN CULTIVATED FOR SILAGE IN THE MIDDLE VOLGA REGION

V. N. Fomin^{1✉}, A. V. Vladimirov², R. G. Khusnutdinov³

^{1,2} Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

³ "Bionovatik", Kazan, Russia.

Abstract. This study aims to evaluate the photosynthetic performance of silage corn agroecosystems in the gray forest soils of the Middle Volga region. This article summarizes the results of a 2022–2024 field trial, which examined the effects of mineral nutrition levels and various foliar application schedules of Biodux, Batr, and Isagri Vita on foliar development, leaf photosynthetic potential, and yield of the Cascade 195 SV hybrid. The trial included two nutrient regimens: no fertilizer application and the calculated application of mineral fertilizers for a planned yield of 35.0 t/ha of green mass. The second factor was foliar application options, including both individual applications of the preparations and their two- and three-component combinations. The soil in the experimental plot had a humus content of 2.6–3.0%, available phosphorus of 151–159 mg/kg, and exchangeable potassium of 179–194 mg/kg, with a soil solution pH of 5.8–6.1. A comparative analysis established the agronomic effectiveness of the combined use of micronutrient fertilizers and a growth regulator in tank mixes. The highest foliar photosynthetic potential values for the Kaskad 195 SV hybrid

were achieved with the inclusion of a three-component mixture of Biodux + Batr + Isagri Vita. With the calculated nutrient background, this value reached 3,150.8 thousand m²/ha × days. Applying mineral fertilizers to achieve a planned yield of 35.0 t/ha enhanced the development of the assimilation apparatus: the average leaf surface area increased by 33.9% over the study period, and the photosynthetic potential by 45.73% compared to the unfertilized control. Combined application of calculated doses of mineral fertilizers, calculated to produce 35.0 t/ha of green mass, and three-component foliar application resulted in a significant increase in green mass yield by 6.25 t/ha, or 19.60%. These results were confirmed by field trials conducted at Kyrlyay Agrofirm LLC in the Arsky District of the Republic of Tatarstan.

Keywords: corn (*Zea mays* L.), tank mixtures, foliar application, green mass productivity, nutritional level, crop photosynthetic performance, micronutrient fertilizers, tank mixtures

For citation: Fomin, V. N., Vladimirov, A. V. & Khusnutdinov, R. G. (2026). The effect of the level of mineral nutrition and various combinations of leaf fertilizers on the photosynthetic activity of agrocenoses and the yield of corn cultivated for silage in the Middle Volga Region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 67-73. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-67-73](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-67-73) (In Russian).

Введение. Современное развитие растениеводства связано с повышением интенсивности продукционного процесса, в основе которого находится фотосинтетическая деятельность растений. А.А. Ничипорович [1] и ряд других исследователей [2, 3] показали, что продуктивность посевов определяется согласованным развитием ростовых процессов и эффективностью фотосинтеза.

К. А. Тимирязев рассматривал солнечную энергию как главный энергетический источник формирования органического вещества растений (4). Поэтому уровень урожайности нельзя связывать только с запасами влаги или количеством внесённых удобрений: решающее значение имеет способность агроценоза использовать поступающую фотосинтетически активную радиацию. Чем полнее сформирован и дольше функционирует листовой аппарат, тем выше потенциальная возможность накопления зелёной массы. Для кукурузы, возделываемой на силос, это особенно важно, поскольку урожай определяется не только числом растений, но и объёмом активно работающей ассимиляционной поверхности [5].

Высокая продуктивность посевов возможна при быстром формировании оптимального листового аппарата и сохранении его физиологической активности до поздних фаз развития. В связи с этим технологические приёмы, которые стимулируют рост листовой поверхности и продлевают период её эффективной работы, имеют существенное значение для реализации урожайного потенциала кукурузы [6,7].

Положительное влияние сбалансированного минерального питания и внекорневых подкормок на продуктивность кукурузы отмечается также в зарубежных исследованиях [8, 9, 10]. Следовательно, применение расчётных доз удобрений в сочетании с листовыми обработками следует рассматривать как важный элемент адаптивной технологии возделывания данной культуры.

Научная новизна исследования состоит в сравнительной оценке отдельных препаратов и их баковых сочетаний для внекорневого внесения, а также в выявлении эффекта их совместного применения на показатели фотосинтетической деятельности и урожайность зелёной массы кукурузы.

Цель исследования. Целью работы являлось определение эффективности различных вариантов листовых подкормок микроудобрениями и регулятором роста в ранний период развития растений, в фазу 2-5 листьев, для усиления фотосинтетической активности посева и достижения планируемого уровня урожайности кукурузы при выращивании на силос.

Объекты исследования. В качестве объекта изучения выступал раннеспелый гибрид кукурузы КАСКАД 195 СВ; регулятор роста растений Биодукс, а также микроудобрения Батр и Изагри Вита.

Материалы и методы исследований. Исследования выполняли с использованием общепринятых подходов к закладке и проведению полевых опытов с кормовыми культурами, а также лабораторно-аналитических методов оценки растений и почвы (11). Обработка экспериментальных данных проводилась с применением программного комплекса AGROS-2.09, используемого для статистического анализа результатов агрономических исследований.

Полевой опыт был проведён в 2022-2024 гг. в ООО Агрофирма «Кырлай» Арского района Республики Татарстан. Почва участка – серая лесная. Содержание гумуса по Тюрину составляло 2,6-3,0 %, подвижного фосфора по Кирсанову – 151-159 мг/кг, обменного калия – 179-194 мг/кг, рНКСl – 5,8-6,1.

Опыт закладывали в трёхкратной повторности методом расщеплённых делянок. Схема включала два изучаемых фактора: уровень минерального питания и варианты листовой подкормки. По фактору А сравнивали неудобренный фон и расчётное внесение удобрений на получение 35,0 т/га зелёной массы. По фактору В оценивали восемь вариантов: без обработки, Биодукс, Батр, Изагри Вита, Биодукс + Батр, Биодукс + Изагри Вита, Батр + Изагри Вита, Биодукс + Батр + Изагри Вита. Листовая подкормка проводилась в фазу 2-5 листьев кукурузы.

Площадь опытной делянки составляла 84 м², учётной – 70 м². Размещение вариантов было последовательным. В качестве основного метода использовали полевой эксперимент, а эффективность изучаемых приёмов определяли путём сопоставления с контрольными вариантами. Предшественником служила озимая пшеница. Основная обработка почвы включала осеннюю вспашку на глубину 27 см агрегатом New Holland-7 с плугом ПСКУ-6. Посев выполняли сеялкой точного высева KUHN-6 при норме 75 тыс. всхожих семян на гектар.

Дозы минеральных удобрений определяли расчётно-балансовым методом с учётом планируемой урожайности 35,0 т/га зелёной массы, региональных коэффициентов выноса элементов питания и их использования из почвы и удобрений. В 2022 г. внесено – N₆₈P₃₂K₃₆; в 2023г. – N₈₉P₃₉K₄₃; в 2024г. – N₈₁P₃₅K₂₈. В качестве удобрений применяли аммиачную воду и диаммофоску с содержанием 10 % азота, 26 % фосфора и 26 % калия. Аммиачную воду вносили весной под первую предпосевную культивацию, диаммофоску – при посеве.

В течение вегетационного периода проводили две междурядные обработки. Учёт урожая осуществляли поделочно в фазу молочно-восковой спелости.

Погодные условия в годы опыта различались. В 2022 и 2024 гг. влагообеспеченность была более благоприятной, гидротермический коэффициент (ГТК) соответственно составлял 1,07 и 1,15. В 2023 г. период активной вегетации проходил на фоне дефицита влаги, что ограничивало формирование урожая.

Характеристика используемых препаратов.

Батр представляет собой органоминеральное удобрение комплексного состава, включающее макро- и микроэлементы, серу, кобальт и гуминовые вещества. Его применение направлено на улучшение минерального питания растений, повышение устойчивости к неблагоприятным условиям среды и снижение стрессового воздействия пестицидной нагрузки. Наличие серы способствует более эффективному использованию азота, а кобальт участвует в активизации обменных процессов. Норма применения препарата составляла 2 л/га [12].

Биодукс относится к регуляторам роста на основе комплекса биологически активных полиненасыщенных жирных кислот, образуемых почвенным грибом *Mortierella alpina*. Действие препарата связано с активацией неспецифической системной устойчивости растений, усилением ростовых процессов и регуляцией метаболизма. Липидный комплекс участвует в запуске генетически обусловленных защитных и ростовых реакций, включая процессы гормональной регуляции и дифференциации тканей. Норма расхода составляла 2 мл/га [13].

Изагри Вита – жидкое комплексное микроудобрение антистрессового действия с высоким содержанием L-аминокислот – 150 г/л. Препарат предназначен для листового внесения и обеспечивает быстрое поступление элементов питания благодаря их нахождению в аминокислотной форме. Его применение способствует поддержанию ростовых процессов и повышению устойчивости растений к абиотическим стрессам. Норма расхода составляла 1 л/га [14].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ трёхлетних данных показал, что формирование листовой поверхности кукурузы зависело прежде всего от фона минерального питания и погодных условий года. В 2022 г. наиболее активное увеличение ассимиляционной поверхности происходило от фазы 7-го листа до вымётывания, а к полной спелости площадь листьев несколько снижалась. В фазу вымётывания на расчётном фоне питания контрольный вариант формировал 41,95 тыс. м²/га листовой поверхности, тогда как на неудобренном фоне – 27,94 тыс. м²/га. Разница составила 14,01 тыс. м²/га, или 50,1 %. Максимальное значение в 2022 г. – 48,95 тыс. м²/га – было получено при сочетании минерального питания с обработкой смесью Биодукс + Батр + Изагри Вита (табл. 1).

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что двух- и трёхкомпонентные смеси обеспечивали более интенсивное развитие листового аппарата по сравнению с контролем. Наиболее заметные различия проявлялись в фазу вымётывания, когда потребность растений в элементах питания и физиологически активных веществах возрастала. К полной спелости во всех вариантах отмечалось естественное сокращение площади листьев, связанное с возрастными изменениями растений. В 2023 г. на неудобренном фоне максимальная площадь листьев в фазу вымётывания также была получена при трёхкомпонентной обработке и составила 35,29 тыс. м²/га, что превышало контроль на 9,55 тыс. м²/га, или на 33,2 %. Все варианты, включавшие микроудобрения и регулятор роста, превосходили контроль по развитию листового аппарата.

В 2024 г. растения формировали несколько меньшую площадь листьев, чем в предыдущие годы, однако общая закономерность сохранялась: лучшие значения отмечались на фоне расчётного внесения минеральных удобрений. В фазу вымётывания максимальный показатель – 42,80 тыс. м²/га – был получен в варианте Биодукс + Батр + Изагри Вита на удобренном фоне.

Среди двухкомпонентных смесей высокие значения обеспечивали Биодукс + Батр – 39,79 тыс. м²/га, Биодукс + Изагри Вита – 40,45 тыс. м²/га и Батр + Изагри Вита – 41,23 тыс. м²/га. К полной спелости площадь листовой поверхности уменьшалась и на расчётном фоне варьировала от 29,11 до 33,72 тыс. м²/га, при этом максимум сохранялся за вариантом с трёхкомпонентной обработкой.

Таблица 1

**Динамика листовой поверхности кукурузы
в зависимости от фона питания и комбинаций листовых подкормок, 2022-2024 гг., тыс. м²/га**

Фон питания	Варианты	2022 г.			2023 г.			2024 г.		
		7-й лист	выметывание	полная стелость	7-й лист	выметывание	полная стелость	7-й лист	выметывание	полная стелость
Без удобрений (контроль)	1 Контроль	2,99	27,94	22,50	5,09	28,75	21,89	7,42	24,59	21,28
	2 Биодукс	3,61	29,09	25,10	5,75	31,13	23,78	8,07	25,78	22,96
	3 Батр	3,75	29,23	25,42	5,81	31,74	24,25	8,16	26,16	23,26
	4 Изагри Вита	3,70	29,29	25,55	5,85	32,20	24,35	8,20	26,28	23,50
	5 Биодукс+Батр	3,81	29,71	26,08	6,22	32,84	25,10	8,30	28,24	24,58
	6 Биодукс+Изагри Вита	3,82	29,78	26,53	6,18	33,77	25,63	8,30	28,43	24,64
	7 Батр+Изагри Вита	3,93	30,95	26,64	6,29	34,09	26,24	8,36	28,42	25,16
	8 Биодукс+Батр+Изагри Вита	3,97	32,00	28,04	6,44	35,29	27,49	8,42	29,44	25,97
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1 Контроль	5,23	41,95	31,83	6,52	38,30	30,19	8,68	35,86	29,11
	2 Биодукс	5,92	44,81	33,68	6,86	42,11	31,73	9,26	37,17	31,03
	3 Батр	5,90	45,62	34,84	6,94	43,32	32,65	9,38	37,56	31,27
	4 Изагри Вита	6,03	46,21	34,84	6,98	43,54	32,53	9,43	37,98	31,54
	5 Биодукс+Батр	6,20	46,52	35,90	7,33	43,96	34,09	9,55	39,79	32,54
	6 Биодукс+Изагри Вита	6,31	46,65	36,02	7,34	44,79	34,21	9,58	40,45	32,64
	7 Батр+Изагри Вита	6,59	47,67	36,18	7,41	45,31	34,81	9,63	41,23	33,15
	8 Биодукс+Батр+Изагри Вита	7,47	48,95	36,96	7,64	46,25	35,18	9,69	42,80	33,72

Фотосинтетический потенциал отражает совокупное действие двух параметров – величины листовой поверхности и продолжительности её функционирования. Поэтому данный показатель позволяет более полно оценивать способность посева поглощать световую энергию и формировать органическое вещество. Чем выше фотосинтетический потенциал, тем больше предпосылок для накопления урожая зелёной массы [12].

На протяжении всего периода исследований наиболее выраженное влияние на формирование ФП оказывала трёхкомпонентная смесь Биодукс + Батр + Изагри Вита. В среднем за 2022-2024 гг. при её применении на расчётном фоне питания листовой фотосинтетический потенциал достигал 3150,8 тыс. м²/га × дней (рис. 1).

Использование сложных баковых композиций для внекорневого внесения усиливало работу листового аппарата кукурузы: по сравнению с контролем фотосинтетический потенциал возрастал как на естественном агрофоне, так и при расчётном минеральном питании. На неудобренном фоне прибавка ФП составляла 419,0 тыс. м²/га × дней, а на расчётном – 560,2 тыс. м²/га × дней, что соответствовало 23,98 и 21,62 %. Максимальные значения ЛФП на двух фонах питания были получены при обработке смесью Биодукс + Батр + Изагри Вита и составили 2166,0 и 3150,8 тыс. м²/га × дней.

Следовательно, формирование наиболее мощного фотосинтетического аппарата у кукурузы в условиях опыта обеспечивалось не отдельным технологическим приёмом, а сочетанием расчётного уровня минерального питания с рационально подобранной схемой внекорневой обработки.

Урожайные данные подтверждают преимущество расчётного минерального питания. В 2022 г. средняя урожайность по удобренному фону составила 38,18 т/га, что было выше неудобренного фона на 9,72 т/га, или на 34,15 %. (табл. 2).

В условиях 2022 г. наибольший эффект обеспечивала обработка посевов смесью Биодукс + Батр + Изагри Вита. На удобренном фоне этот вариант увеличивал сбор зелёной массы на 7,56 т/га, или на 22,0 % по сравнению с контролем. Двухкомпонентные сочетания также повышали урожайность, но уступали трёхкомпонентной смеси: прибавки при применении Батр + Изагри Вита, Биодукс + Изагри Вита и Биодукс + Батр составляли соответственно 14,52; 14,09 и 12,49 %.

В 2023 г. из-за засушливых условий продуктивность кукурузы на сопоставимых вариантах была ниже, чем в 2022 г. На удобренном фоне снижение составляло 0,79–2,74 т/га, а на фоне без удобрений — 1,72–3,63 т/га. Сходная закономерность сохранялась и в 2024 г., что подчёркивает зависимость реализации технологического эффекта от погодных условий периода вегетации.

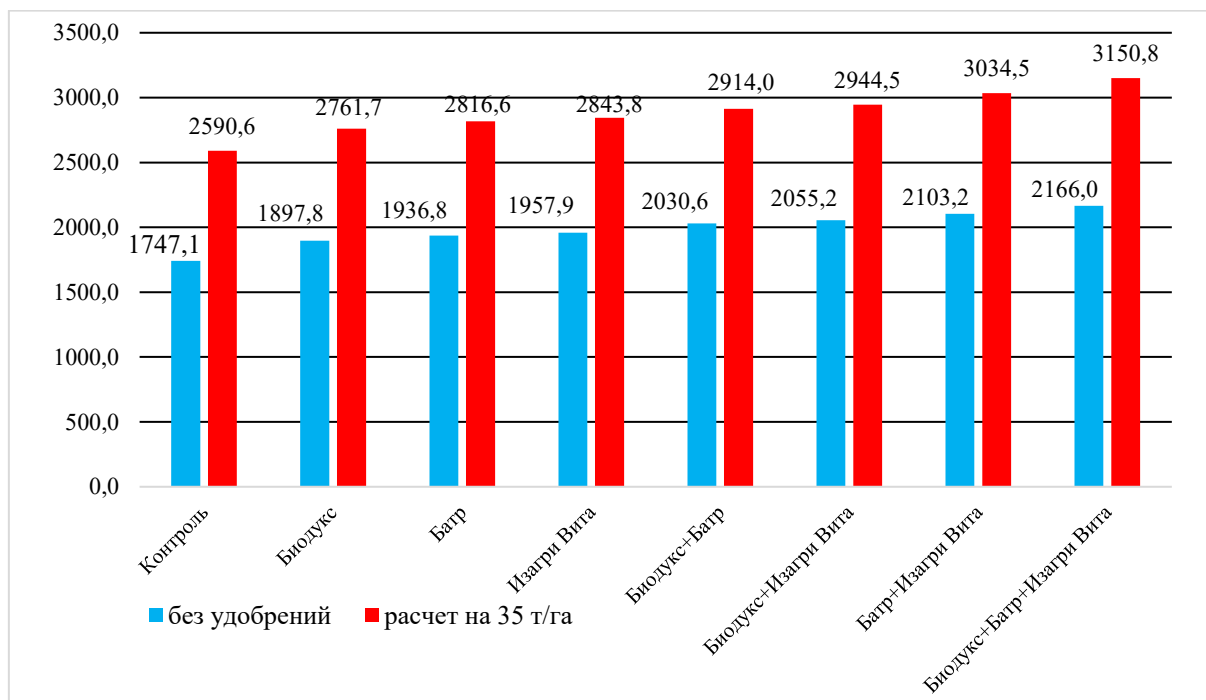


Рис. 1. Интегральный листовой фотосинтетический потенциал (среднее за 2022-2024 гг.), млн м²/га × дней

Эффективность баковых смесей была более выраженной на расчетном фоне минерального питания, однако различия между вариантами сохранялись на обоих агрофонах. Во все годы исследований ведущие позиции занимала комбинация листовой подкормки с использованием Биодукса, Батра и Изагри Вита.

Экспериментальные данные показывают, что в условиях умеренно тёплого вегетационного периода 2022 года внесение минеральных удобрений, рассчитанных на урожайность 35 т/га, обеспечило среднюю по фону урожайность 38,18 т/га, что на 9,72 т/га (или 34,15 %) выше, чем на неудобренном фоне (Табл. 2).

Таблица 2

Влияние макро- и микроудобрений и стимулятора роста на урожайность зеленой массы кукурузы, в среднем за 2022-2024 гг.

Фон питания	Варианты	Урожайность, т/га			
		2022 г.	2023 г.	2024 г.	в среднем за 3 года
Без удобрений (контроль)	1 Контроль	26,05	23,31	22,03	23,80
	2 Биодукс	27,13	25,15	23,07	25,12
	3 Батр	27,97	25,64	23,42	25,68
	4 Изагри Вита	28,29	26,24	23,73	26,09
	5 Биодукс+Батр	28,97	26,85	24,32	26,71
	6 Биодукс+Изагри Вита	29,32	27,56	24,65	27,18
	7 Батр+Изагри Вита	29,76	27,95	25,23	27,65
	8 Биодукс+Батр+Изагри Вита	30,15	29,36	26,00	28,50
Расчет на 35 т/га зеленой массы	1 Контроль	34,36	32,64	28,64	31,88
	2 Биодукс	36,64	34,82	30,00	33,82
	3 Батр	37,50	35,38	30,99	34,62
	4 Изагри Вита	37,86	35,17	31,65	34,89
	5 Биодукс+Батр	38,65	36,23	32,51	35,80
	6 Биодукс+Изагри Вита	39,20	36,06	32,97	36,08
	7 Батр+Изагри Вита	39,35	37,45	33,42	36,74
	8 Биодукс+Батр+Изагри Вита	41,92	38,29	34,19	38,13

НСР₀₅ фактор А (фон питания) 0,45 0,63 0,68
 фактор В (варианты) 0,48 0,42 1,07
 АВ 1,39 0,70 1,85

По средним данным за 2022-2024 гг. расчётный фон питания обеспечил наибольшую реализацию продукционного потенциала культуры при использовании трехкомпонентной (Биодукс + Батр + Изагри Вита) баковой смеси. Здесь урожайность зелёной массы составила 38,13 т/га, что превышало контроль на 6,25 т/га, или

на 19,60 %. Вторым по эффективности оказался вариант Батр + Изагри Вита – 36,74 т/га, или 15,2 %. Аналогичная закономерность от применения препаратов сохранилась и на неудобренном фоне.

Полученные результаты согласуются с данными других исследователей, отмечавших положительное влияние листовых подкормок и микроэлементных препаратов на ростовые показатели и урожайность кукурузы [15, 16, 17, 18, 19].

Заключение. Продуктивность кукурузы на силос тесно связана с развитием ассимиляционной поверхности и продолжительностью её активного функционирования. Наиболее благоприятные условия для формирования листового аппарата и высокого фотосинтетического потенциала создавались при сочетании расчётного минерального питания с внекорневым применением трёхкомпонентной баковой смеси. Максимальная урожайность зелёной массы на обоих фонах питания была получена при обработке растений в фазу 2-5 листьев смесью Биодукс (2 мл/га) + Батр (2 л/га) + Изагри Вита (1 л/га). Данный приём обеспечил прибавку урожая 4,70 т/га, или 19,75 %, на естественном фоне плодородия и 6,25 т/га, или 19,60 %, на фоне питания, рассчитанном на 35,0 т/га зелёной массы.

Список источников

1. Ничипорович, А. А., Строгова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР. 1961. 136 с. EDN: [GWSUZW](#)
2. Анохина Е. К. Продуктивность кукурузы в зависимости от приемов выращивания в условиях Лесостепи Среднего Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук. Кинель, 2018. 177 с.
3. Семина, С. А., Иняхин А. Г. Влияние условий выращивания на продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы // Нива Поволжья. 2013. № 1. С. 35-39. EDN: [QYOMWB](#)
4. Тимирязев К. А. Избранные сочинения: в 4 т. Т. 1: Солнце, жизнь, хлорофилл. М.: Сельхозгиз, 1948. 695 с.
5. Евдакова М. В. Резвякова С. В. Фотосинтетический потенциал гибридов кукурузы на зерно раннеспелой группы в условиях ЦЧР // Биология в сельском хозяйстве. 2024. № 4 (45). С. 40-43. EDN: [IXGDPL](#)
6. Волков А. И. Прохорова Л. Н., Кириллов Н. А. Способ повышения урожайности, питательной и энергетической ценности зерна кукурузы // Кормопроизводство. 2013. № 7. С. 16-17. EDN: [QOXUVF](#)
7. Никитишен, В. И., Личко В. И. Минеральное питание кукурузы при взаимодействии азотного и фосфорного удобрений // Агрохимия. 2012. № 11. С. 9-15. EDN: [PGSEGP](#)
8. Khalafi A., Mohsenifar K., Gholami A., Barzegari M. Corn (*Zea mays* L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use // International Journal of Plant Production. 2021. Vol. 15. P. 589-597. DOI: [10.1007/s42106-021-00148-2](#) EDN: [RNIAGD](#)
9. Niu J., Liu C., Huang M., Liu K., Yan D. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives // Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2021. Vol. 21. P. 104-118. DOI: [10.1007/s42729-020-00346-3](#) EDN: [AYAWOT](#)
10. Jarecki W., Borza I. M., Rosan C. A., Domuța C. G., Vicas S. I. The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain // Agronomy. 2025. Vol. 15, No. 8. Art. 1859. DOI: [10.3390/agronomy15081859](#) EDN: [JAIHLF](#)
11. Новоселов Ю. К., Киреев В. Н., Кутузов Г. П. [и др.] Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Москва: Подразделение оперативной полиграфии ВИК, 1983. 197 с. EDN: [JSXJMI](#)
12. БАТР. [сайт]. URL: <https://dol-agro.ru/batr-max>
13. Bionovatic. [сайт]. URL: <https://bionovatic.ru/about>
14. Изагри Вита. [сайт]. URL: <https://agrotehnik-seeds.ru>
15. Семина С. А., Гаврюшина И. В. Влияние препаратов с микроэлементами на морфобио-метрические показатели и урожайность кукурузы // Агрохимический вестник. 2017. № 6. С. 43-46. EDN: [YKHAUU](#)
16. Багринцева В. Н., Иващенко И. Н. Эффективность некорневых подкормок кукурузы удобрениями марки Батр // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1(99). С. 28-36. DOI: [10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36](#) EDN: [LKXZCT](#)
17. Васин В. Г., Трифонов Д. И., Саниев Р. Н. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах кукурузы при выращивании на планируемую урожайность // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 3-10. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_2_3](#) EDN: [JRHYUM](#)
18. Роль макро- и микроудобрений в повышении урожайности и качества зеленой массы кукурузы на серых лесных почвах Республики Татарстан / М. Ю. Михайлова, М. Ю. Гилязов, Р. М. Низамов и др. // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2. С. 34-41. DOI: [10.33284/2658-3135-106-3-213](#) EDN: [LSBUKK](#)
19. Фомин В. Н. Гайнутдинов И. Р. Влияние фона питания и схем листовых подкормок на фотосинтетическую деятельность посевов и продуктивность кукурузы при возделывании на силос // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 4. С. 41-46. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-4-41-46](#) EDN: [KPDATO](#)

References

1. Nichiporovich, A. A., Strogova, L. E., Chmora, S. N. & Vlasova, M. P. (1961). Photosynthetic activity of plants in crops. Moscow: Publishing house of the USSR Academy of Sciences. 136. EDN: [GWSUZW](#) (in Russian).
2. Anokhina, E. K. (2018). Corn productivity depending on cultivation methods in the Forest-Steppe of the Middle Volga region: dis. ... Cand. of Agricultural Sciences. Kinel. 177. (in Russian).
3. Semina, S. A. & Inyakhin, A. G. (2013). Influence of growing conditions on the productivity of photosynthesis and the yield of corn. Niva Povolzhya. 1. 35-39. EDN: [QYOMWB](#) (in Russian).

4. Timiryazev, K. A. (1948). Selected Works: in 4 volumes. 1: Sun, Life, Chlorophyll. Moscow: Selkhozgiz. 695. (in Russian).
5. Evdakova, M. V. & Rezvyakova S. V. (2024). Photosynthetic Potential of Early-Maturing Grain Corn Hybrids under the Conditions of the Central Black Earth Region. *Biology in Agriculture*. 4 (45). 40-43. EDN: [IXGDPL](#) (in Russian).
6. Volkov, A. I. Prokhorova, L. N. & Kirillov, N. A. (2013). Method for Increasing the Yield, Nutritional and Energy Value of Corn Grain. *Forage Production*. 7. 16-17. EDN: [QOXUVF](#) (in Russian).
7. Nikitishen, V. I. & Lichko, V. I. (2012). Mineral nutrition of corn with the interaction of nitrogen and phosphorus fertilizers. *Agrochemistry*. 11. 9-15. EDN: [PGSEGP](#) (in Russian).
8. Khalafi, A., Mohsenifar, K., Gholami, A. & Barzegari, M. (2021). Corn (*Zea mays* L.) growth, yield and nutritional properties affected by fertilization methods and micronutrient use. *International Journal of Plant Production*. 15. 589-597. DOI: [10.1007/s42106-021-00148-2](#) EDN: [RNIAGD](#)
9. Niu, J., Liu, C., Huang, M., Liu, K. & Yan, D. (2021). Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 21. 104-118. DOI: [10.1007/s42729-020-00346-3](#) EDN: [AYAWOT](#)
10. Jarecki, W., Borza, I. M., Rosan, C. A., Domuța, C. G. & Vicas, S. I. (2025). The effect of foliar micronutrient fertilization on yield and nutritional quality of maize grain. *Agronomy*. 15, 8. Art. 1859. DOI: [10.3390/agronomy15081859](#) EDN: [JAIHLF](#)
11. Novoselov, Yu. K., Kireev, V. N., Kutuzov, G. P. & [et al.]. (1983). Guidelines for conducting field experiments with forage crops. Moscow: Operational Printing Department of the All-Russian Scientific Research Institute. 197. EDN [JSXJMI](#).
12. BATR. Retrieved from file: <https://dol-agro.ru/batr-max>
13. Bionovatic. Retrieved from file: <https://bionovatic.ru/about>
14. Isagri Vita. Retrieved from file: <https://agrotehnik-seeds.ru>
15. Semina, S. A. & Gavryushina, I. V. (2017). Effect of preparations with microelements on morphobiometric indicators and yield of corn. *Agrochemical Bulletin*. 6. 43-46. EDN [YKHAU](#) (in Russian).
16. Bagrintseva, V. N. & Ivashenko, I. N. (2021). Efficiency of foliar feeding of corn with Batr brand fertilizers // Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 1(99). 28-36. DOI: [10.35330/1991-6639-2021-1-99-28-36](#) EDN: [LKXZCT](#) (in Russian).
17. Vasin, V. G., Trifonov, D. I. & Saniev, R. N. (2022). Indicators of photosynthetic activity of plants in corn crops when grown for the planned yield. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 2. 3-10. DOI: [10.55471/19973225_2022_7_2_3](#) EDN: [JRHYUM](#) (in Russian).
18. Mikhailova, M. Yu., Gilyazov, M. Yu., Nizamov, R. M. & et al. (2023). The role of macro- and microfertilizers in increasing the yield and quality of green mass of corn on gray forest soils of the Republic of Tatarstan. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2. 34-41. DOI: [10.33284/2658-3135-106-3-213](#) EDN: [LSBUKK](#) (in Russian).
19. Fomin, V. N. & Gainutdinov, I. R. (2025). The influence of nutrition background and foliar feeding schemes on the photosynthetic activity of crops and the productivity of corn when grown for silage. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. 10, 4. 41-46. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-4-41-46](#) EDN: [KPDATO](#) (in Russian).

Информация об авторах:

Владимир Николаевич Фомин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
ID: <https://orcid.org/0000-0003-0967-4194>, e-mail: tipka2015@yandex.ru

Александр Владимирович Владимиров, аспирант;
e-mail: phill-collins@mail.ru

Рашит Гарафович Хуснутдинов, кандидат сельскохозяйственных наук;
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0300-4897>, e-mail: husnutdinov.r.g@bionovatic.ru

Information about the authors:

Vladimir N. Fomin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
ID: <https://orcid.org/0000-0003-0967-4194>, e-mail: tipka2015@yandex.ru

Alexander V. Vladimirov, Graduate Student;
e-mail: phill-collins@mail.ru

Rashit G. Khusnutdinov, Candidate of Agricultural Sciences;
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0300-4897>, e-mail: husnutdinov.r.g@bionovatic.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 19.05.2026; одобрена после рецензирования 19.06.2026; принята к публикации 30.05.2026.
The article was submitted 19.05.2026; approved after reviewing 19.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 633.8

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-74-81>

РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯКОРЦЕВ СТЕЛЮЩИХСЯ (*TRIBULUS TERRESTRIS* L.), В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В. Н. Сетин¹, И. А. Володина², Е. Х. Нечаева³, С. Ю. Акутина⁴^{1,4} Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР, Антоновка, Самарская область, Россия.^{2,3} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме: В статье представлены результаты изучения перспективных сорт-популяций (Российской и Китайской) якорцев стелющихся (*Tribulus terrestris* L.) в Среднем Поволжье в 2021-2024 годы, произрастающих на коллекционном питомнике лекарственных и ароматических растений Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР. Закладка опыта осуществлялась согласно методике «Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. ФГБНУ ВИЛАР». В ходе эксперимента были изучены влияние климатических условий в годы проведения наблюдений с датами наступления фенологических фаз у якорцев стелющихся. Выявлены закономерности появления всходов после посева, даты наступления этапов развития: цветение, формирование плодов и их созревание. Установлена длительность вегетационного периода в зависимости от складывающихся погодных условий года. Фенологический анализ, охватывающий четырехлетний период исследований, показал, что среднее время прорастания семян якорцев от посева до появления первых всходов составляет приблизительно 30 суток. Исключением из этой закономерности стал 2023 год. В условиях Среднего Поволжья были изучены основные показатели, формирующие урожай: количество ветвей на растении, диаметр розетки, вес свежего сырья и плодов. Исследования показали, что урожайность сырого сырья якорцев стелющихся подвержена значительным колебаниям в зависимости от года. Наибольший сбор был зафиксирован в 2021 году, что может быть связано с благоприятными погодно-климатическими условиями. Напротив, 2022 год оказался наименее урожайным по общему объему сырья, однако именно в этот период был отмечен максимальный выход плодов (34,4 г). Дальнейшие исследования могут быть направлены на выявление факторов, влияющих на соотношение травы и плодов в урожае, а также на разработку методов повышения выхода плодов при сохранении высокого качества сырья.

Ключевые слова: якорцы стелющиеся, изучение, посев, популяция, климатические условия

Финансирование: Работа выполнена в соответствии с темой НИР ФГБНУ ВИЛАР «Формирование, сохранение и изучение биокolleкций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьясбережения» (FGUU-2025-0001). Исследования проводились в рамках работ с биообъектами уникальной научной установки «Биокolleкции ФГБНУ ВИЛАР».

Для цитирования: Сетин В. Н., Володина И. А., Нечаева Е. Х., Акутина С. Ю. Рост и развитие якорцев стелющихся (*Tribulus terrestris* L.), в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 74-81. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-74-81](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-74-81)

Original article

GROWTH AND DEVELOPMENT OF CREEPING ANCHORS (*TRIBULUS TERRESTRIS* L.), IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLEVOLGA REGION

V. N. Setin¹, I. A. Volodina², E. Kh. Nechaeva³, S. Yu. Akutina⁴^{1,4} Sredne-Volzhsky branch of the VILAR Federal State Budgetary Educational Institution, Antonovka, Samara region, Russia.^{2,3} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.

Abstract. The article presents the results of studying promising variety-populations (Russian and Chinese) of puncturevine (*Tribulus terrestris* L.) in the Middle Volga region during 2021-2024, grown at the collection nursery of medicinal and aromatic plants of the Middle Volga Branch of the FSBSI VILAR. Laying of the experiment was carried out in accordance with the Methodology for Studies in the Introduction of Medicinal and Essential Oil Plants. FSBSI VILAR. During the experiment, the influence of climatic conditions in the years of observation on the dates of phenological phases in puncturevine was studied. Patterns of seedling emergence after sowing, and the dates of development stages: flowering, fruit formation, and ripening were identified. The duration of the growing season was determined depending on the prevailing weather conditions of the year. Phenological analysis, covering a four-year research period, showed that the average seed germination time of puncturevine from sowing to the appearance of the first seedlings is approximately 30 days. The year 2023 was an exception to this pattern. In the Middle Volga region, the main yield-forming indicators were studied: the number of branches per plant, rosette diameter, fresh raw material weight, and fruit weight. The research showed that the yield of raw puncturevine is subject to significant fluctuations depending on the year. The highest yield was recorded in 2021,

which may be due to favorable weather and climatic conditions. Conversely, 2022 was the least productive year in terms of total raw material volume; however, it was during this period that the maximum fruit yield (34.4 g) was observed. Further research could be directed towards identifying factors influencing the ratio of herb to fruit in the harvest, as well as developing methods to increase fruit yield while maintaining high raw material quality.

Keywords: puncturevine, study, sowing, population, climatic conditions

Funding: The work was carried out in accordance with the research topic of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR "Formation, Preservation, and Study of Gene Pool Biocollections in Various Fields in Order to Preserve Biodiversity and Use Them in Health-Saving Technologies" (FGUU-2025-0001). The research was conducted using the unique scientific facility "VILAR Biocollections".

For citation: Setin, V. N., Volodina, I. A., Nechaeva, E. Kh. & Akutina, S. Yu. (2026). Growth and development of creeping anchors (*Tribulus terrestris* L.), in the conditions of the Middlevolga Region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii* (Bulletin Samara State Agricultural Academy). Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 74-81. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-74-81](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-74-81) (In Russian).

Введение. Якорцы стелющиеся (*Tribulus terrestris* Linnaeus.) – вид цветковых растений рода Якорцы (*Tribulus* L.) семейства Парнолистниковые (Zygophyllaceae), произрастающие в умеренном и тропическом климате в Южной Европе, Южной Азии, в Африке и северной Австралии. Род Якорцы (*Tribulus* L.), входящий в семейство Парнолистниковые (Zygophyllaceae), объединяет около 20 видов растений. Эти травянистые представители флоры отличаются ползучими, разветвленными стеблями и парноперистыми листьями, состоящими из 3-10 пар листочков. Их прилистники варьируются от ланцетовидных до шиловидных, а листочки могут быть удлинено-яйцевидными или эллиптическими. Мелкие цветки, чаще желтые, реже белые, одиночно располагаются в пазухах листьев [1]. Название «*Tribulus*» происходит от греческого слова «tribolos», что означает «шип» или «зубец». Это связано с характерным плодом растения – ценокарпным, сухим, который при созревании распадается на пять звездчато-расположенных плодиков. Они снабжены колючками и шипиками, напоминающими якорь [2, 3]. В традиционной китайской и индийской медицине *T. terrestris* издревле используют для лечения различных заболеваний. Препараты на основе данного растения обладают тонизирующими, противоотечными, противоопухолевыми, мочегонными, противомикробными, противовоспалительными, антисклеротическими и ранозаживляющими свойствами, а также проявляют свойства афродизиака. Биологические свойства данного растения обусловлены химическим составом стероидного профиля двух различных групп соединений (не менее 0,7%): менее полярных – спиро-станоловых и более полярных – фураностаноловых сапонинов, агликоном которых является диосгенин. По многочисленным литературным данным стероидные гликозиды ряда спиростана обладают широким спектром фармакологического действия, а стероидные агликоны являются ценным, надежным и доступным сырьем для синтеза гормональных препаратов [12, 13]. Поэтому изыскание и внедрение растений, содержащих стероидные гликозиды, а также изучение их индивидуальных компонентов остается актуальным. [4, 5].

Чтобы, провести более глубокое изучение фармакологических свойств *Tribulus terrestris* L. и его потенциала в современной медицине, необходимо не только интродуцировать его, как новую культуру нашей зоны, но и определить, какие образцы в наибольшей степени приспособлены к нашему климату и пригодны для получения качественного сырья. На территории Российской Федерации якорцы произрастают в Европейской части, на Северном Кавказе, в Западной и Восточной Сибири, а также в Крыму, часто встречаясь как сорное растение. Исследования, направленные на изучение агротехнических особенностей якорцев стелющихся, разработку оптимальных методов их возделывания, а также оценку потенциальной урожайности и качества сырья в различных климатических зонах России (в частности, в Самарской области), приобретают особую актуальность. Важно определить наиболее подходящие для культивирования сорт-популяции, разработать эффективные способы борьбы с возможными вредителями и болезнями, а также оптимизировать процессы сбора и первичной переработки сырья для сохранения его биологической активности.

Цель исследования – изучить возможность интродукции якорцев стелющихся и подобрать наиболее приспособленные образцы к экстремальным условиям Среднего Поволжья.

Задачи исследования: наблюдения за фенологическими фазами внутри популяций якорцев стелющихся; биометрический сбор данных в каждой популяции растений за период вегетации.

Объектом исследований являлись сорт-популяции однолетнего лекарственного растения якорцев стелющихся, которые изучали на территории Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР муниципального образования, расположенного в Сергиевском районе Самарской области, посёлке Антоновка. Схема опыта включала изучение двух сорт-популяций: Российская популяция № 1 и Китайская популяция № 2.

Материал и методы исследований. Как правило, методика закладки опыта по испытаниям лекарственных растений включает в себя, выбор участка, закладку учётных площадок, сбор сырья и анализ результатов. Выбор метода зависит от особенностей жизненной формы растений и части, используемой в качестве сырья. Для некрупных травянистых растений (к которым относятся якорцы) и кустарников, у которых сырьём служат надземные органы, урожайность определяют на учётных площадках. В нашем исследовании закладка опыта осуществлялась согласно методике «Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. ФГБНУ ВИЛАР» [6]. Объектом исследований послужили две популяции якорцев стелющихся в 4-х кратной повторности. Варианты опыта представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Коллекция якорцев стелющиеся: Российская и Китайская популяции
(автор фотографии В. Н. Сетин)

При выборе участка для опыта учитывалась его однородность и соблюдение некоторых рекомендаций: ровная поверхность, так как при постановке опытов на склонах делянки, расположенные в различных частях склона, попадают в неодинаковые почвенные условия и условия увлажнения; отсутствие почвенной пестроты; идеальное расположение всех делянок опыта строго в пределах одной почвенной разности. Сильная и неравномерная засоренность участков, особенно с ясно выраженными пятнами злостных сорняков, могут быть использованы под опыт лишь после предварительной подготовки с уничтожением сорняков химическими и агротехническими способами. Размещение на расстоянии 10-20 м от проезжей дороги во избежание повреждений опыта и влияния на него дорожной пыли, участок изолируют засеянной защитной полосой. При закладке эксперимента с якорцами выбран ровный опытный участок спочвой чернозем типичный, среднегумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса – 5,9 %, нейтральная реакция среды (pH – 6,8). Сумма поглощенных оснований от 60 до 62 мг-экв/100 г почвы. Учётные площадки закладывают равномерно на определённом расстоянии друг от друга, при этом размер площадок определяется в зависимости от величины взрослых экземпляров изучаемого вида в данном случае якорцев. Достаточным размером площадки можно признать такой, при котором на ней помещается не менее 5 взрослых экземпляров. Площадь делянок в опыте составляла 50 м². Фенологические наблюдения проводились по методике И. Н. Бейдеман (1974). Сбор сырья проводили в соответствии с требованиями НТД (нормативными техническими документами), сбору не подлежали всходы, ювенильные и повреждённые экземпляры растений. Надземные части растений (листья, стебли, цветки, плоды) собирали в сухую погоду, после обсыхания утренней росы. Так как якорцы стелющиеся содержат сильнодействующие вещества, при сборе растений соблюдались меры предосторожности. Из сырья, собранного с учётных площадок, отбирались образцы для проведения макроскопического анализа. Качественный химический анализ определения действующих веществ с помощью химических, физико-химических и других методов в опыте с якорцами не проводился. Полученные результаты были статистически обработаны при помощи соответствующих программ.

Результаты исследования. Средне-Волжский филиал ФГБНУ ВИЛАР базируется в Сергиевском районе, расположенном на северо-востоке Самарской области, которая занимает центральную часть Среднего Поволжья и расположена в пределах двух природно-климатических зон – лесостепной и степной. Территория Среднего Поволжья характеризуется умеренно-континентальным типом климата средних широт с теплым стабильно жарким летом и сравнительно холодной морозной многоснежной зимой [6, 7, 8]. Сам район расположен в зоне лесостепи, с преобладанием в ландшафте элементов степи [9]. Природно-климатические условия являются подходящими для изучения однолетнего растения «Якорцы стелющиеся» с неоспоримыми ценными лекарственными

свойствами, которое редко встречалось в лесостепной зоне и в основном как заносное растение.

В первый год закладки опыта (2021) по изучению якорцев стелющихся с первой декады апреля шло потепление, максимальная температура достигла 14,8 °С и в среднем за декаду составила 8,3 °С, что выше нормы на 3,1 °С. Осадков тоже выпало больше нормы на 32%. Вторая декада апреля характеризовалась дефицитом осадков и повышенным температурным режимом на 8,7 °С, максимальная температура достигла 25,9 °С. В третьей декаде апреля прошли дожди, и количество осадков оказалось в пределах нормы. Температурный режим этой декады также был на уровне средних многолетних значений, данные представлены в таблице 1.

Такие погодные условия способствовали раннему посеву якорцев стелющихся, который был проведен 20 апреля 2021 года согласно методике исследований ФГБНУ ВИЛАР

Таблица 1

Метеорологические показатели периода вегетации за 2021-24 гг.

Год наблюдения	Месяц						Апрель-сентябрь
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Среднемесячная температура, Т °С							
2021	8,3	19,9	21,8	21,7	23,4	12,1	17,9
2022	8,2	10,2	17,4	21,5	22,8	13,1	15,5
2023	10,3	17,0	16,7	21,8	20,1	14,5	16,7
2024	8,1	7,6	21,5	21,7	17,9	13,8	15,1
многолетнее	5,2	14,1	18,5	20,4	18,7	12,2	14,9
Осадки, мм							
2021	24,2	23,4	78,2	74,9	0,5	21,8	223,0
2022	59,7	66,7	58,4	0,0	0,0	63,0	247,8
2023	4,5	15,6	41,9	52,1	26,4	35,7	176,2
2024	35,2	26,9	73,3	44,5	55,3	5,6	240,5
многолетнее	30,0	39,0	53,0	54,0	38,0	46,0	255,0

В мае наблюдалась жаркая погода (выше нормы на 6,5 °С), максимальная температура повышалась до 35,9 °С. Осадков выпало за месяц 60% от нормы, и основная масса их была в 3-й декаде мая, после которых наблюдались массовые всходы якорцев, как российской популяции, так и китайской. Средняя температура 1-й декады июня превышала норму на 0,5 °С, тогда как 2-й – на 2,2 °С и 3-й – на 7,1 °С, что способствовало быстрому переходу обеих популяций якорцев к фазе цветения указанные в таблице 2. Сумма осадков за месяц превышала среднее многолетние значения на 45,5%. Температурный режим июля в среднем был на уровне нормы; жарче обычных были 1-я и 2-я декады (на 1,0-2,7 °С). Выпало осадков на 20,9 мм больше нормы. Такие условия привели к ускорению прохождения всех фаз растений якорцев и к 30 июня началось семяобразование у обеих популяций. Август характеризовался повышенным температурным режимом: 1-я декада на 4,1 °С выше нормы, 2-я – на 6,4 °С и 3-я – на 4 °С. Осадков не было, что также способствовало быстрому созреванию плодов с семенами якорцев к 30 августа вегетационный период двух популяций якорцев был завершен без сильных расхождений. Вегетационный период 2021 года характеризовался повышенным температурным режимом и дефицитом осадков в период апрель-сентябрь месяца, т.е. условия для роста и развития многих лекарственных и ароматических растений складывались неблагоприятные. Исключением стали якорцы стелющиеся. В своей статье «Эколого-биологическая характеристика якорцев стелющихся (*Tribulus terrestris*)» автор, отмечает особенности развития якорцев стелющихся, которые заключаются в том, что растения одновременно может вегетировать, цвести и приносить плоды [10]. В сложившихся климатических условиях 2021 года эти особенности лекарственной травы подтвердились.

Таблица 2

Прохождение сезонных фенодат в 2021-2024 годы у сорт-популяций (*Tribulus L.*)

Вариант опыта	Фенологический календарь	Год / Дата			
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
1-й российская популяция	Дата посева	20 апреля	4 мая	9 июня	3 мая
	Всходы	31 мая	8 июня	19 июня	10 июня
	Цветение	14 июня	10 июля	19 июля	22 июня
2-й китайская популяция	Семяобразование	30 июня	13 июля	4 августа	5 августа
	Созревание семян	30 августа	15 сентября	25 октября	15 августа
	Вегетационный период, сутки	102	104	132	71

В апреле 2022 года средняя температура воздуха оказалась выше нормы на 1,8 °С, а количество осадков превысило норму в 2 раза. В 1-й декаде мая проведен посев якорцев в коллекционном питомнике. Начиная со 2-й декады мая, количество осадков превысило норму на 80%, а из-за ежедневных дождей, температурный режим оказался на 4,5 °С ниже средних многолетних значений, в таких условиях всходы якорцев Российской и Китайской

популяций появились на 35-е сутки, а благодаря обильными осадками (58,4 мм) и более прохладным (на 1,3 °C) температурным режимом июня цветение наступило только к сухому и жаркому июлю и практически сразу началось семяобразование, продолжавшееся в таком же засушливом августе. Первая декада сентября была прохладной средняя температура была на уровне 12,2 °C и количество осадков составило 14,6 мм. Вторая декада оказалась теплее на 1,7 °C, с дефицитом осадков, что позволило созреть семенам якорцев к 15 сентября.

Апрель 2023 года был теплее на 3,9 °C и с дефицитом осадков. При норме 30 мм, выпало 4,5 мм. Полевые работы на филиале начались с 13 апреля, а посев якорцев проведен уже 17 апреля. Май характеризовался тёплой погодой, в среднем 17 °C (максимум температуры воздуха составлял 31,1 °C. при дефиците осадков, что привело к быстрому иссушению почвы в верхнем слое. Вследствие сложившихся условий, ожидаемых всходов якорцев стелющихся, в коллекционном питомнике в предполагаемый срок не наблюдалось. В связи, с чем было принято решение о пересеве питомника с якорцами, которое провели 9 июня. В первой декаде июня средняя температура продолжала повышаться и превышала норму на 0,9 °C, осадки, имеющие ливневый характер способствовали всходам растений якорцев в кратчайшие сроки, а цветение началось к 3-й декаде июля из-за изобилия осадков, но повышенном (на 1,2 °C) температурном режиме. В связи с достаточно резкими колебаниями дневных (34,4 °C) и ночных температур (8,7 °C) образование и созревание семян существенно замедлилось. В августе месяце наблюдался повышенный температурный режим что поспособствовало созреванию плодов. Сентябрь характеризовался повышенным температурным режимом (больше нормы на 1,7 °C) и обилием осадков в 1-й и 2-й декадах. В третьей декаде сентября наблюдался дефицит осадков и воздух прогревался до 25,9 °C днём, что в среднем за декаду оказалось выше нормы на 4,8 °C, что дало возможность вызреванию плодов якорцев, которые полностью созрели лишь к 25 октября хорошо, что месяц тоже был теплее обычного в среднем на 1 °C. Максимально воздух прогревался до 18,8 °C. Для большинства лекарственных культур, включая якорцы стелющиеся, вегетационный период закончился в сентябре-октябре и отмечен как самый длительный 132 суток.

Что касается 2024 года по изучению якорцев стелющихся с первой декады апреля шло потепление, максимальная температура достигла 13,6 °C и в среднем за декаду составила 8,1 °C. Осадков тоже выпало больше нормы на 17%, к третьей декаде апреля максимальная температура достигла 25,9 °C. В мае наблюдалась прохладная погода, среднемесячная температура была на уровне всего 7,6 °C. Осадков выпало за месяц 31% от нормы, но которые способствовали появлению всходов якорцев, как российской популяции, так и китайской, посеянных 3 мая. Средняя температура 1-й декады июня превышала норму на 0,4 °C, тогда как 2-й – на 2,0 °C и 3-й – на 6,2 °C, что привело к переходу популяций якорцев к фазе цветения 14 июня. Сумма осадков за месяц превышала среднепогодные значения на 38,3%. Температурный режим июля в среднем был на 1,6 °C выше нормы, при этом осадков выпало на 17,6 % (9,5 мм) меньше нормы. Август по температурному режиму был близок к среднему году, но все же на 0,8 °C прохладней. Осадков выпало на 17,3 мм больше, чем в среднем в году, сложившиеся погодные условия привели к созреванию семян якорцев к 15 августа. Вегетационный период популяций якорцев был завершен без сильных расхождений, но характеризовался как самый короткий за 4 года исследований и был равен 71 суткам.

Фенологический анализ, охватывающий четырехлетний период исследований, показывает, что среднее время прорастания семян якорцев от посева до появления первых всходов составляет приблизительно 30 суток. Исключением из этой закономерности стал 2023 год. В данном году, после повторного посева питомника (первоначальный посев был выполнен 13 апреля), всходы были зафиксированы уже через неделю. Данное событие последовало за обильным ливневым дождем, прошедшим 11 июня. Объяснение этого явления, вероятно, кроется в физиологических адаптациях якорцев стелющихся к условиям их естественного ареала обитания. Эти растения предпочитают полусухие климатические зоны, где оптимальный температурный диапазон для прорастания семян находится в пределах 20-35 °C. Обильные осадки могли послужить триггером для активации прорастания в условиях, приближенных к естественным.

В своей работе «Фармакогностическое исследование якорцев стелющихся *Tribulus terrestris* L., произрастающих в России, сопредельных государствах и Сирийской Арабской Республике» Аффуф Башар указывает, что «видовой эпитет» *terrestris* образован от латинского «*terrestre*» – наземный, так как стебли растения стелются по земле, благодаря наличию укороченного стебля, от которого развиваются ветви первого порядка и радиально разрастаются в стороны формируя при этом «розетку» [11]. Дословный перевод якорцев стелющихся английского «*puncturevine*» звучит, как колючая лоза, так как в природе растения якорцев раскидистые, образующее ковры до 5 м в поперечнике. Стебель ниже семядолей лососёвого цвета, очень короткий. Стебли зелёные до красновато-коричневых, лежачие, ветвистые, поверхность покрыта густыми щетинистыми волосками. Высота, она же длина растений составляет 10-60 (240) см.

В условиях Среднего Поволжья изучению подлежали основные показатели, формирующие урожай: количество ветвей на растении, диаметр розетки, вес свежего сырья и плодов изучался по отдельности.

Исследования показали, что урожайность сырого сырья якорцев стелющихся подвержена значительным колебаниям в зависимости от года. Наибольший сбор сырья был зафиксирован в 2021 году, что может быть связано с благоприятными погодно-климатическими условиями. Напротив, 2022 год оказался наименее урожайным по общему объему сырья, однако именно в этот период был отмечен максимальный выход плодов (34,4 г). Данные показаны в таблице 3. Этот факт подчеркивает важность оценки не только общего веса сырья, но и доли плодов в структуре урожая, поскольку они имеют двойное значение: для медицинского применения и для дальнейшего размножения культуры.

Таблица 3

Основные показатели продуктивности растений якорцев стелющихся за 2021-2024 гг. (Средне-Волжский филиал)

Популяция	Количество ветвей на одном растении, шт.	Диаметр розетки, м	Вес, г		НСП ₀₅		Год
			свежего сырья	плодов	свежего сырья	плодов	
Российская	11,0	2,60	540,7	16,3	13,2	0,40	2021
Китайская	11,5	2,50	517,5	23,0	11,2	1,18	
Российская	11,8	2,14	230,0	6,2	22,7	0,13	2022
Китайская	12,5	1,88	508,8	34,4	23,3	1,58	
Российская	9,2	1,96	228,0	12,2	2,16	0,12	2023
Китайская	7,5	1,91	219,0	11,9	6,32	0,34	
Российская	8,8	1,85	156,5	17,0	9,83	1,07	2024
Китайская	8,6	2,01	222,9	26,1	15,75	1,80	
Российская	10,2	2,14	288,8	12,91	9,16	0,41	2021-2024
Китайская	10,0	2,08	367,0	23,86	5,46	0,34	

При изучении показателя диаметр розетки Российская популяция имела больший диаметр – 2,60 метра в 2021 году, однако в 2022 году наблюдается резкое снижение 2,14 м, и в дальнейшем он падает до 1,96 м в 2023 и 1,85 м в 2024 годы. Китайская популяция, напротив, показывает менее выраженную динамику, с небольшой стабильностью. Вес свежего сырья более выражен у российской популяции в 2021 году, тогда как китайская популяция показывает более высокие цифры в 2022 году. За 2023 и 2024 годы наблюдается значительное снижение веса для обеих популяций.



Рис. 2. Выделившаяся (Китайская) популяция якорцев стелющихся
(автор фотографии В. Н. Сетин)

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о значительном влиянии популяционных особенностей якорцев стелющихся на их морфологические показатели и продуктивность. При сравнении Российской и Китайской популяций наблюдаются различия по многим параметрам. Отмечена корреляция между диаметром розетки и количеством ветвей, образующихся на одном растении. Наибольшее количество ветвей (12,5 шт.) наблюдалось в 2022 году у Китайской популяции, что совпало с минимальным диаметром розетки (188,0 см). Минимальное число ветвей (7,5 шт.) было зафиксировано в 2023 году также у Китайской популяции, несмотря на самый поздний срок посева и диаметр розетки 191,0 см.

Заключение. Суммируя, можно констатировать, что популяция Китайская в ходе исследования показал себя более перспективным с точки зрения получения высокого урожая сырья, однако, дальнейшее изучение и оптимизация условий выращивания обеих популяций позволит полнее раскрыть их потенциал. Результаты исследования подчеркивают важность дальнейшей работы по селекции и агротехнике сортов якорцев стелющихся. Учитывая выявленные различия в морфологических признаках и компонентном составе урожая, становится очевидна

необходимость детального изучения генетических основ этих характеристик. Это позволит проводить целенаправленную селекцию для получения сортов с улучшенными показателями урожайности и качества сырья, адаптированных к различным климатическим условиям.

Таким образом, дальнейшие исследования должны быть комплексными, объединяя генетические, агротехнические и биохимические аспекты. Такой подход позволит не только повысить урожайность и качество сырья якорцев стелющихся, но и расширить спектр его потенциального использования, что, безусловно, имеет большое научное и практическое значение.

Список источников

1. Атлас лекарственных растений России. М. : Наука, 2021. 646 с.
2. Аффуф А., Карпенко Ю. Н., Гуляев Д. К., Белоногова В. Д. и др. Фитохимическое исследование травы якорцев стелющихся // Фармация и фармакология. 2019. Т. 7. Выпуск 6. № 3(42). С. 346-354. DOI: [10.19163/2307-9266-2019-7-6-279-290](https://doi.org/10.19163/2307-9266-2019-7-6-279-290) EDN: [MVZHSU](#)
3. Быков В. А., Сокольская Т. А., Зайко Л. Н. и др. Атлас лекарственных растений России / Под общей ред. В. А. Быкова. М.: ВИЛАР, 2006. С. 344-345. ISBN: 5-87019-067-3 EDN: [TNWTLP](#)
4. Искендеров Г. Б., Гусейнгулиева К. Ф. Изучение стероидных гликозидов якорцев стелющихся, произрастающих в Азербайджане // Химия растительного сырья. 2016. № 2. С. 47-52. DOI: [10.14258/jcprm.20160-21053](https://doi.org/10.14258/jcprm.20160-21053) EDN: [WKTYWR](#)
5. Сетин В. Н., Загорянский А. Н., Володина И. А., Нечаева Е. Х., Васина Н. В. Опыт интродукции якорцев стелющихся (*Tribulus terrestris* L.), в Средневолжском регионе // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии Т. 10. № 4. 2025. С. 64-68 251. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-4-64-68](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-4-64-68) EDN: [CQWNCR](#)
6. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений. ФГБНУ ВИЛАР, Москва, 2022. 64 с. ISBN: 978-5-87019-103-4
7. Жарова В. С. Изменения климата на примере Самарской области // В мире научных открытий : сборник научных трудов, 2021. С. 302-306. EDN: [ZZPRWK](#)
8. Володина И. А. Марунова Л. К. Изучение комбинационной способности сортопопуляций люцерны изменчивой (*Medicago varia* L.) для успешной селекции в условиях Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, 2021. № 3, С. 86-94. DOI: [10.18286/1816-4501-2021-3-86-95](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-86-95) EDN: [UEXPBK](#)
9. Сергиевский район. URL: https://www.sergievsk.ru/city/geograficheskoe_mestopolozhenie (дата обращения: 26.05.2026 г.).
10. Фокин Н. В., Пластинина Т. Ю. Эколого-биологическая характеристика якорцев стелющихся (*Tribulus terrestris*) // Актуальные проблемы биологии, химии, географии и технологии : сборник научных трудов, 2023. EDN: [RZYHKF](#)
11. Аффуф Абдулкарим Башар Фармакогностическое исследование якорцев стелющихся *Tribulus terrestris* L., произрастающих в России, сопредельных государствах и Сирийской Арабской Республике: автореф. дис. ... канд. фармацевтических наук. Пермь., 2020. 27 с.
12. Dinchev D. et al. Distribution of steroidal saponins in *Tribulus terrestris* from different geographical regions // Phytochemistry. 2008. Т. 69. №. 1. С. 176-186. DOI: [10.1016/j.phytochem.2007.07.003](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.07.003)
13. Shishovska M., Arsova-Sarafinova Z., Memeti S. A simple method for determination of protodioscin in *Tribulus terrestris* L. and pharmaceuticals by high-performance liquid chromatography using diode-array detection // Journal of Chemical Engineering Research Updates. 2015. Т. 2. №. 1. С. 12-21. DOI: [10.15377/2409-983X.2015.02.01.2](https://doi.org/10.15377/2409-983X.2015.02.01.2)

References

1. ATLAS of medicinal plants of Russia. (2021). Moscow : Nauka. 646. (in Russian).
2. Affuf, A., Karpenko, Yu. N., Gulyaev, D. K. & Belonogova, V. D. (2019). Phytochemical study of the grass of creepinganchors. *Pharmacy and pharmacology*. 7. 6.3(42):346-354. DOI: [10.19163/2307-9266-2019-7-6-279-290](https://doi.org/10.19163/2307-9266-2019-7-6-279-290) EDN: [MVZHSU](#) (in Russian).
3. Bykov, V. A., Sokolskaya, T. A., Zaiko, L. N. & et al. (2006). Russian plant Atlas. 344-345. EDN: [TNWTLP](#) (in Russian).
4. Iskenderov, G. B. & Huseynliyeva, K. F. (2016). Study of steroid lcosides of creeping anchovies growinginAzerbaijan. *Chemistry of plan traw materials*. 2. 47-52. DOI: [10.14258/jcprm.2016021053](https://doi.org/10.14258/jcprm.2016021053) EDN: [WKTYWR](#) (in Russian).
5. Setin, V. N., Zagoryansky, A. N., Volodina, I. A., Nechaeva, E. Kh., Vasina, N. V. & et al. (2025). Experience of introduction of creeping anchors (*TribulusTerrestris* L.) in the Middle Volgaregion. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 10. 4. 64-68. DOI: [10.55170/1997-3225-2025-10-4-64-68](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2025-10-4-64-68) EDN: [CQWNCR](#) (in Russian).
6. Methodologyresearch on theintroduction of medicinaland essential oil plants. (2022). VILARState Medical University. Moscow. 64. ISBN 978-5-87019-103-4 (in Russian).
7. Zharova, V. S. (2021). On the example of the Samara climatic change region. *Scientific discovery in the world: collection of scientific papers*. 302-306. EDN: [ZZPRWK](#) (in Russian).
8. Volodina, I. A. & Marunova, L. K. (2021). Study of the combination ability of varietal populations of alfalfa varia (*Medicago varia* L.) for successful breeding in the Middle Volga region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, (3 (55)), 86-95. DOI: [10.18286/1816-4501-2021-3-86-95](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-86-95) EDN: [UEXPBK](#) (in Russian).
9. Sergievsky district. Retrieved from file: https://www.sergievsk.ru/city/geograficheskoe_mestopolozhenie (in Russian).

10. Fokinyn, N. V. & Plastinina, T. Y. (2023). Ecological and gorky characteristics of biological Salic (*Tribulus terrestris*). *Actual problems of biology, chemistry, technology and geography: collection of scientific papers*. EDN: RZYHKF (in Russian).
11. Affuf Abdulkarim Bashar (2020). Pharmacogenetic study of the anchors of the creeping *Tribulus terrestris* L., native to Russia, neighboring countries and the Syrian Arab Republic abstract of the dissertation...Candidate of Pharmaceutical Sciences. Perm. 27 (in Russian).
12. Dinchev, D., Janda, B., Evstatieva, L., Oleszek, W., Aslani, M. R., & Kostova, I. (2008). Distribution of steroidal saponins in *Tribulus terrestris* from different geographical regions. *Phytochemistry*, 69(1), 176-186. DOI: [10.1016/j.phytochem.2007.07.003](https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.07.003)
13. Shishovska, M., Arsova-Saradinovska, Z., & Memeti, S. (2015). A simple method for determination of protodioscin in *Tribulus terrestris* L. and pharmaceuticals by high-performance liquid chromatography using diode-array detection. *Journal of Chemical Engineering Research Updates*, 2(1), 12-21. DOI: [10.15377/2409-983X.2015.02.01.2](https://doi.org/10.15377/2409-983X.2015.02.01.2)

Информация об авторах:

Виталий Николаевич Сетин, научный сотрудник;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-4812-4681>, e-mail: svf_vilar@bk.ru

Ирина Александровна Володина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <http://orcid.org/0009-0003-6877-9284> e-mail: volodinairina1980@yandex.ru

Елена Хамидулловна Нечаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-5818-8638>, e-mail: exnechaeva@yandex.ru

Светлана Юрьевна Акутина, научный сотрудник;

ID: <http://orcid.org/0009-0005-4000-3745>, e-mail: sveta.akutina@yandex.ru

Information about the authors:

Vitaly N. Setin, Research Associate;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-4812-4681>, e-mail: svf_vilar@bk.ru

Irina A. Volodina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <http://orcid.org/0009-0003-6877-9284> e-mail: volodinairina1980@yandex.ru

Elena H. Nechaeva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <http://orcid.org/0000-0002-5818-8638>, e-mail: exnechaeva@yandex.ru

Svetlana Yu. Akutina, Research Associate;

ID: <http://orcid.org/0009-0005-4000-3745>, e-mail: sveta.akutina@yandex.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.05.2026; одобрена после рецензирования 17.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.
The article was submitted 10.05.2026; approved after reviewing 17.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Научная статья

УДК 635.655+632+611.6

<https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-82-89>

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ И ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И БОГАРЫ

Н. А. Ермакова^{1✉}, Е. Х. Нечаева², И. А. Володина³^{1, 2, 3} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.

Резюме. В данной научной работе представлены результаты комплексной оценки влияния различных систем защиты и минерального питания на фитосанитарное состояние посевов сои в условиях орошения и богары. Экспериментальные исследования проводились в 2023 г. на базе агрополигона «Приволжье» (Самарская область). Мониторинг засоренности осуществлялся количественно-весовым методом в два этапа: в фазу формирования первого тройчатого листа и в предуборочный период. Первичный учет выявил смешанный тип засорения с доминированием двудольных видов, среди которых преобладали марь белая, щирица запрокинутая, вьюнок полевой и латук татарский. Установлено, что в условиях искусственного орошения плотность сорной растительности достигала 250 экз./м², что соответствует 5 баллам по шкале А. В. Фисюнова и в десятки раз превышает показатели богарных участков. Применение специализированных гербицидных программ позволило существенно лимитировать видовое разнообразие и численность агрофитоценоза. К завершению вегетации в посевах сформировался выраженный малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности. В ходе сравнительного анализа были верифицированы наиболее эффективные технологические решения (АгроЛига 1, Вита-нолл 1, ФосАгро 2, АПАТИТ, Волски Биохим), обеспечившие минимальную конечную засоренность в пределах 1-3 экз./м² даже при интенсивном поливе. В то же время в контрольных вариантах и ряде коммерческих систем (Bayer, Суми Агро, Листерра 3) сохранился высокий уровень засоренности (свыше 90 экз./м²). На основании полученных данных аргументирована необходимость интенсификации защитных мероприятий в критический период развития культуры – в первые 45 дней после посева – для эффективного подавления вредоносности широколистных сорняков.

Ключевые слова: соя, засоренность, богара, орошение, системы защиты растений, гербициды, малолетне-корнеотпрысковый тип

Для цитирования: Ермакова Н. А., Нечаева Е. Х., Володина И. А. Засоренность посевов сои в зависимости от систем защиты и питания растений в условиях орошения и богары // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. Специальный выпуск «Агротехнологии и земледелие». С. 82-89. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-82-89](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-82-89)

Original article

WEED INFESTATION OF SOYBEAN CROPS DEPENDING ON PLANT PROTECTION AND NUTRITION SYSTEMS UNDER IRRIGATION AND RAINFED CONDITIONS

N. A. Ermakova^{1✉}, E. Kh. Nechaeva², I. A. Volodina³^{1, 2, 3} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia.

Abstract. This scientific paper presents the results of a comprehensive assessment of the effects of various crop protection and mineral nutrition systems on the phytosanitary condition of soybean crops under irrigated and rainfed conditions. Experimental studies were conducted in 2023 at the agro-polygon "Privolzhye" (Samara Region). Weed infestation monitoring was carried out using the quantitative-weight method in two stages: at the first trifoliate leaf formation stage and during the pre-harvest period. The initial assessment revealed a mixed weed type with a predominance of dicotyledonous species, among which white goosefoot (*Chenopodium album*), prostrate amaranth (*Amaranthus retroflexus*), field bindweed (*Convolvulus arvensis*), and Tatarian lettuce (*Lactuca tatarica*) were dominant. It was found that under artificial irrigation, weed density reached 250 plants/m², corresponding to a score of 5 on the A.V. Fisyunov scale and exceeding the values on rainfed plots by tens of times. The use of specialized herbicide programs significantly limited the species diversity and abundance of the agrophytocoenosis. By the end of the growing season, a pronounced annual and root-sucker weed type had formed in the crops. During the comparative analysis, the most effective technological solutions (AgroLiga 1, Vitanoll 1, FosAgro 2, APATIT, Volski Biochim) were validated, ensuring minimal final weed infestation within the range of 1-3 plants/m² even under intensive irrigation. At the same time, in the control variants and in a number of commercial systems (Bayer, Sumi Agro, Listerra 3), a high level of weed infestation (over 90 plants/m²) persisted. Based on the data obtained, the necessity of intensifying protective measures during the critical period of crop development – the first 45 days after sowing – for effective suppression of broadleaf weed harmfulness is substantiated.

Keywords: soybean, weed infestation, rainfed, irrigation, plant protection systems, herbicides, juvenile-root-sucker type

For citation: Ermakova, N. A., Nechaeva, E. Kh. & Volodina, I. A. (2026). Weed infestation of soybean crops depending on plant protection and nutrition systems under irrigation and rainfed conditions. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*. Special issue "Agrotechnologies and Agriculture". 82-89. DOI: [10.55170/1997-3225-2026-11-S1-82-89](https://doi.org/10.55170/1997-3225-2026-11-S1-82-89) (In Russian).

Введение. В последние годы в России и в целом в мире производству семян сои как ценной высокобелковой и масличной культуры уделяется особое внимание. Высокое содержание белка и жира, биологическая и пищевая ценность семян сои позволяет ей занять лидирующее место среди зернобобовых культур. Посевные площади сои в мире, по данным ФАО, постоянно увеличиваются [1, 2, 3].

Соя – это светолюбивая и влаголюбивая культура со сравнительно слабо развитой корневой системой, поэтому она слабо конкурирует с сорной растительностью на протяжении всего периода вегетации. Размеры урожая семян сои в основном зависят от биологического потенциала сорта, метеоусловий, агротехнологии выращивания культуры, фитосанитарной обстановки в посевах [4, 5, 6].

Сорные растения выступают главным фактором, оказывающих негативное воздействие на рост и развитие сои, а в последующем на урожайность и качество продукции культуры. Вредоносность сорной растительности зависит, прежде всего, от видового состава и запаса их семян в почве, времени появления всходов по отношению к культуре и метеорологических условий окружающей среды в период вегетации [7, 8].

Особенно сильно соя угнетается сорняками в первой половине развития, что связано с медленным начальным ростом – от всходов до образования первых тройчатых листьев. В этот период засорённость может снижать массу и высоту растений, а также выход бобов. В связи с этим актуальным является подбор эффективных систем защиты и питания, позволяющих снизить негативное влияние сорняков как в условиях богары, так и при орошении [9].

Цель исследований – оценить засорённость посевов сои в зависимости от системы защиты и питания растений в условиях богары и орошения.

Задачи исследований: 1) определить видовой состав и численность сорной растительности в начальный период вегетации сои; 2) выявить динамику засорённости под действием разных систем защиты и питания; 3) установить наиболее эффективные варианты для снижения засорённости.

Материал и методы исследований. В целях изучения показателей формирования агрофитоценозов сои на Производственно-испытательном агрополигоне «Приволжье» был заложен полевой опыт в условиях богары и орошения. Где изучалось влияние системы защиты и питания растений на засорённость. Повторность четырёхкратная, размещение делянок рендомизированное.

Схема опыта

Компания	Богара	Орошение
1	2	3
Контроль (Система защиты хозяйства)	Вариант 1	Вариант 1
Агромир	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
АгроЛига	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
ФМРус	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
Лебозол	Вариант 1	Вариант 1
Бауер	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
АгроЛаб	Вариант 1	Вариант 1
Агро Эксперт Групп	Вариант 1	Вариант 1
Землякофф	Вариант 1	Вариант 1
Элитные Агросистемы	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2

Окончание схемы опыта

1	2	3
Попидон Агро	Вариант 1	Вариант 1
АПАТИТ	Вариант 1	Вариант 1
Витанолл	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
Суми Агро	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
	Вариант 3	Вариант 3
Волски Биохим	Вариант 1	Вариант 1
ФосАгро	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
	Вариант 3	Вариант 3
	Вариант 4	Вариант 4
Листерра	Вариант 1	Вариант 1
	Вариант 2	Вариант 2
	Вариант 3	Вариант 3

Определение засоренности проводили количественно-весовым методом в два срока:

- первый срок – 13.06.2023 (фаза тройчатого листа, до обработки системными гербицидами);
- второй срок – 31.08.2023 (богара) и 02.10.2023 (орошение) перед уборкой.

Учёт проводили на площадках 0,25 м² в 10 кратной повторности на каждой делянке. Степень засоренности оценивали по шкале А.В. Фисюнова (1 балл – очень слабая, 5 баллов – очень сильная).

Результаты исследований. В первый срок определения был выявлен смешанный тип засорения, который характеризуется наличием в посевах однолетних и многолетних двудольных и злаковых сорняков, принадлежащих к различным биогруппам, причем отмечено существенное преобладание двудольных сорняков.

При этом из малолетних сорняков были отмечены:

- **ранние яровые:** марь белая (*Chenopodium album*);
- **поздние яровые:** щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), щетинник сизый (*Setaria glauca*), ежовник обыкновенный (куриное просо) *Echinochloa crus-galli*;

Из многолетних сорняков встречались:

- **двулетники:** смолевка обыкновенная (*Viscaria cucubalus*);
- **корнеотпрысковые:** вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), латук татарский (*Lactuca tatarica*);
- **корневищные:** чина клубненосная (*Lathyrus tuberosus*).

В посевах сои так же обнаружены засорители: просо посевное (*Panicum miliaceum*) и подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus*). Карантинных сорняков в посевах сои не обнаружено.

Наибольшую конкурентную опасность для сои представляют двудольные сорняки в первую очередь многолетние корнеотпрысковые – вьюнок полевой и латук татарский, численность которых на отдельных делянках, достигала 20 экз./м² и 40 экз./м² соответственно, а так же марь белая, щирица запрокинутая, щетинник сизый и просо обыкновенное – это сорняки преобладающие на опытных полях в первый срок определения, при чем их численность на орошении была в десятки раз больше чем на богаре и доходила до 250 экз./м². Второй учет показал, что в результате применения заявленных в системах защиты препаратов произошло снижение численности сорных растений, но все же в преобладающем большинстве остались марь белая, щирица запрокинутая и просо обыкновенное. Таким образом в посевах сои сложился малолетне – корнеотпрысковый тип засоренности.

Так, в начальный период развития сои сорняки находились в стадии всходов, но общая засоренность на поле была достаточно высокой и на отдельных делянках достигала 250 экз./м² что соответствует 5 баллам по шкале А.В. Фисюнова. Наблюдения за динамикой исходной засоренности посевов сои показали, что различия между богарой и орошением по количеству сорняков были весьма существенными, это связано с тем, что после посева на орошении был проведен полив с нормой 15мм/га.

Засоренность опытных делянок в богарных условиях в начале вегетации сои была очень неоднородной по численности, так наименьший показатель отмечен в вариантах СумиАгро 2, ФосАгро 2 и Попидон Агро – 8 экз./м², а наибольший 92 экз./м² – АПАТИТ и 68 экз./м² Лебозол, при этом биомасса сорняков была не высокой (рис. 1).

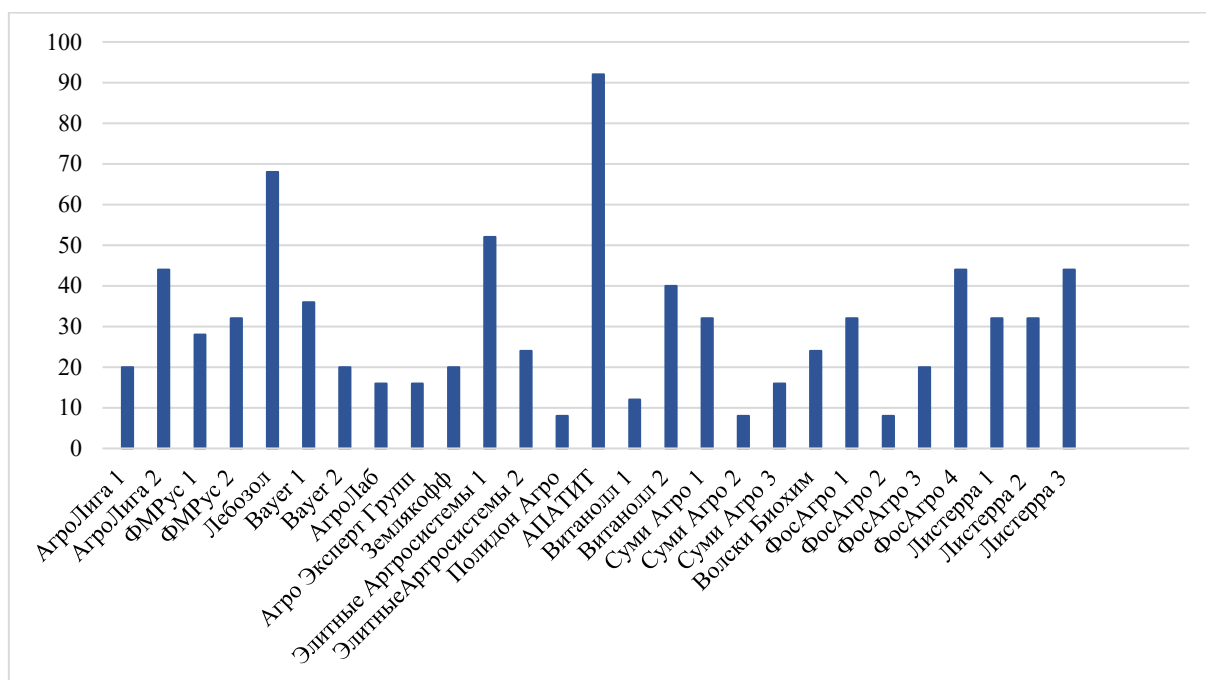


Рис. 1. Численность сорной растительности в посевах сои, богара – 1 срок определения, экз./м²

Показатели исходной численности сорняков в посевах сои при орошения свидетельствуют о равномерной и сильной степени засоренности всех опытных делянок (рис. 2). Наименьшая численность сорных растений отмечена на участке Агролига 2 – 56 экз./м², а наибольшие значения в вариантах СимАгро 3 – 264 экз./м², Витанола 1 и Листерра 1 – 244 экз./м².

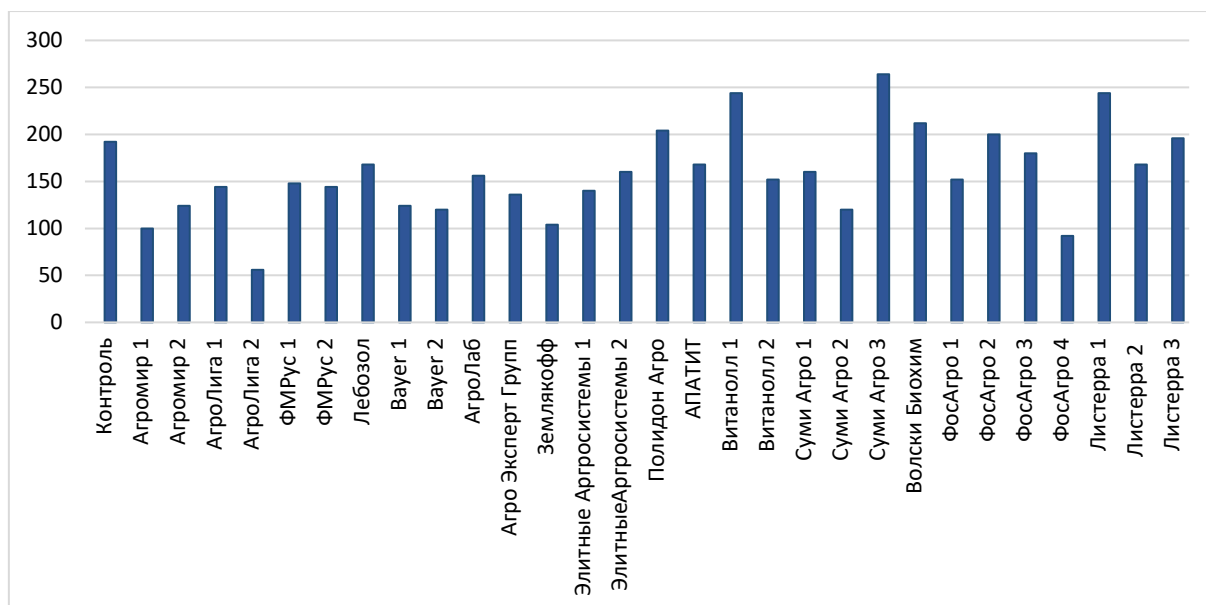


Рис. 2. Численность сорной растительности в посевах сои, орошение – 1 срок определения, экз./м²

При этом так же, как и в богарных условиях отмечаются сравнительно невысокие показатели биомассы сорных растений.

Сравнивая показатели засоренности исходной численности сорняков в зависимости от влагообеспеченности, то есть в условиях богара и орошения отчетливо видно, что показатели засоренности в условиях орошения превышают показатели соответствующих вариантов в богарных условиях, более чем в три раза (рис. 3).

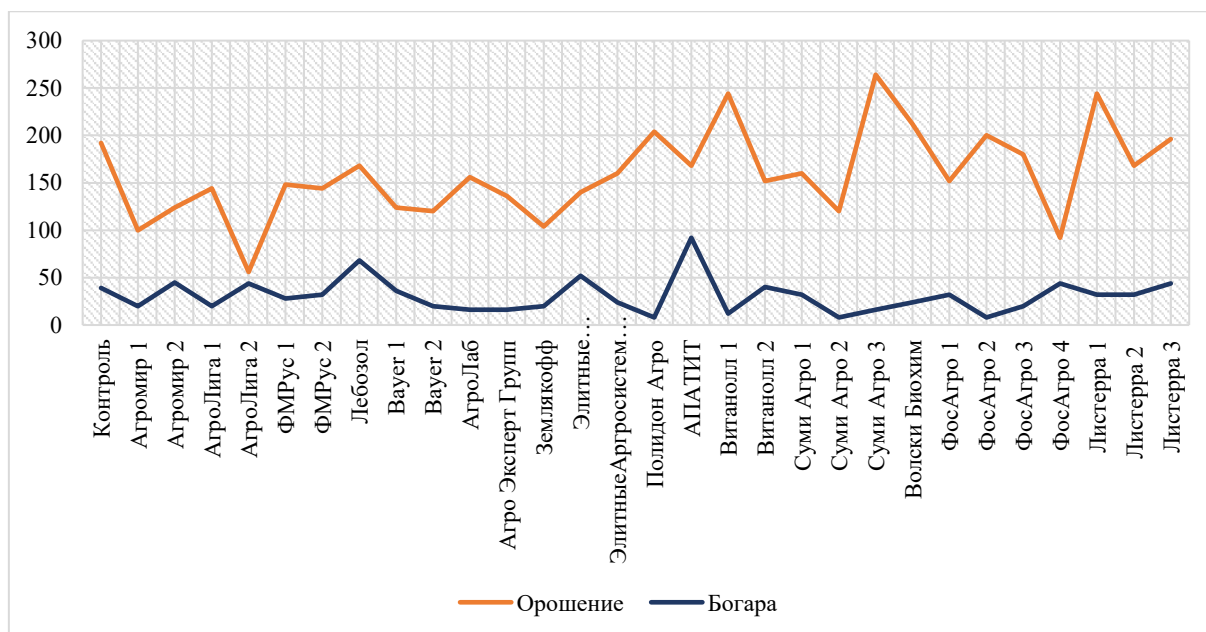


Рис. 3. Численность сорной растительности в посевах сои, 1 срок определения, экз./м²

В целом засоренность посевов сои в богарных условиях, перед уборкой культуры была не существенной и варьировала в пределах 1-3 балла по шкале А. В. Фисюнова. В то время как исходная засоренность посевов на богаре в среднем составляла 30,8 экз./м², то конечный показатель засоренности находился в пределах 10,7 экз./м². В условиях же орошения исходная засоренность была достаточно высокой, и составляла в среднем 159 экз./м², а конечная засоренность составляла 43 экз./м² (рис.4).

В связи с этим, снижение засоренности посевов сои в три раза свидетельствует о достаточно высокой эффективности, применяемых в системах защиты и питания растений, гербицидов. Высокие показатели численности сорных растений при орошении во второй срок учета, можно объяснить слишком высокой засоренностью почвы перед посевом.

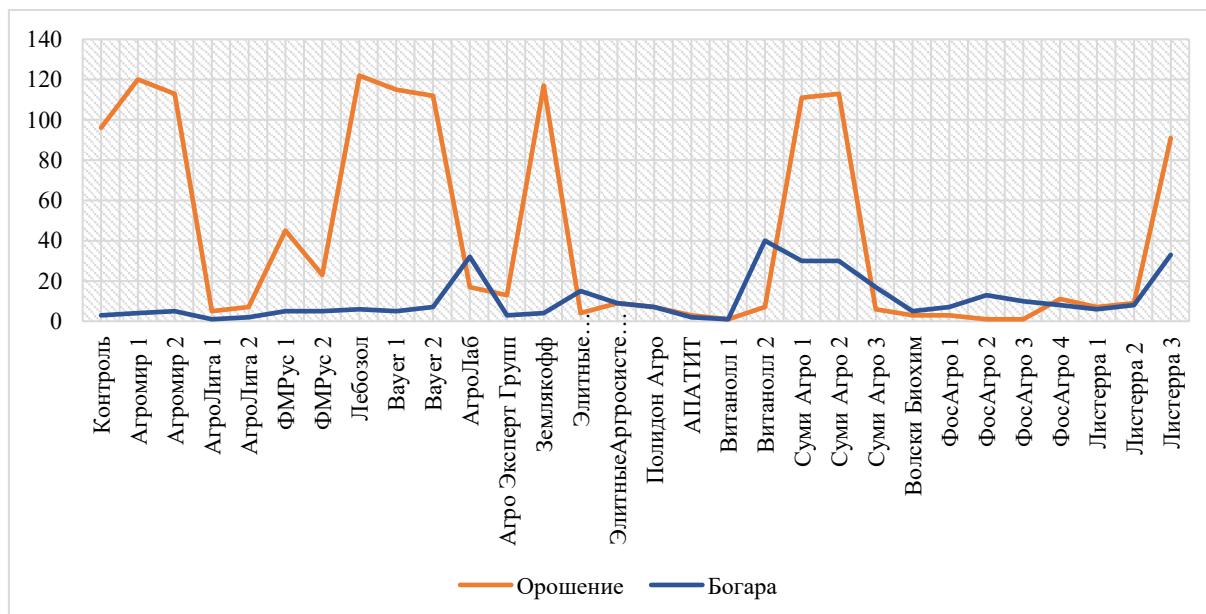


Рис. 4. Численность сорной растительности в посевах сои, 2 срок определения, экз./м²

Сравнительный анализ данных засоренности опытных делянок по вариантам опыта, так же свидетельствует о высокой эффективности систем защиты и питания растений, что выражалось в существенном снижении количества и уменьшению видового разнообразия сорняков в посевах сои. Исходя из полученных данных на опытных делянках во второй срок определения преобладали следующие сорные растения: марь белая, щирица запрокинутая

и засорители: просо обыкновенное и падалица подсолнечника. Однако следует отметить, что в богарных условиях во второй срок на фоне низкой засоренности наибольшим количеством сорных растений выделялись следующие варианты: АгроЛаб 1 – 32 экз./м², Витанолл 2 – 40 экз./м², Суми Агро 1 и Суми Агро 2 – 30 экз./м², Листерра 3 – 33 экз./м² (рис. 5).

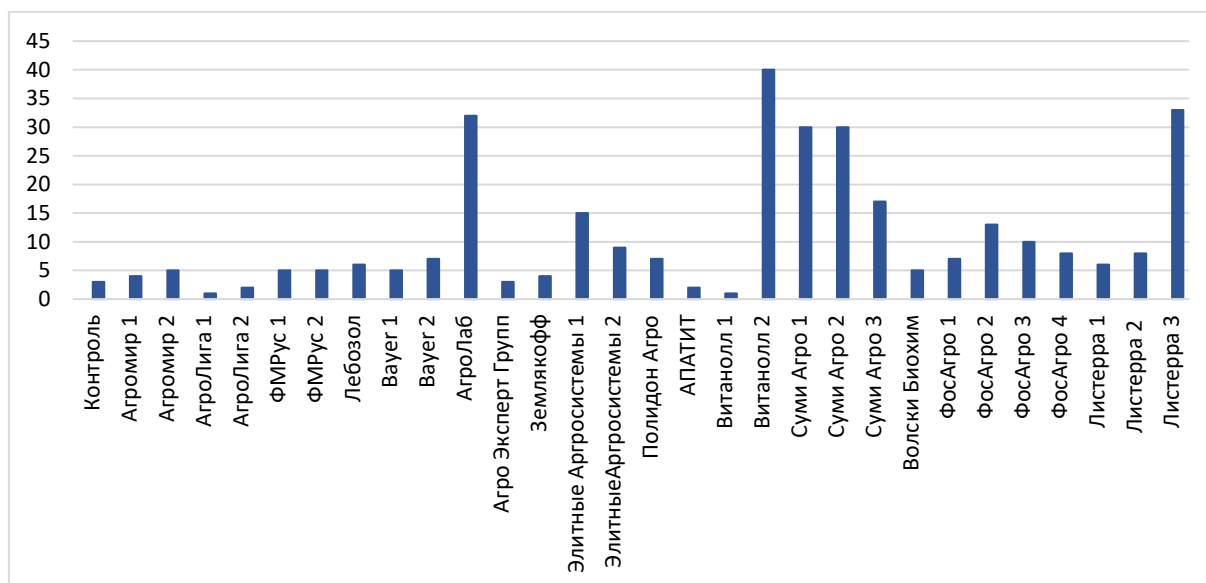


Рис. 5. Численность сорной растительности в посевах сои, богара – 2 срок определения, экз./м²

Засоренность посевов сои в условиях орошения по системам защиты и питания была существенно выше, чем в богарных условиях, но все же на фоне общей высокой засоренности отмечены варианты с наименьшим количеством сорняков, такие как: АгроЛига 1 – 5 экз./м², Элитные Агросистемы 1 – 4 экз./м², АПАТИТ, Волски Биохим и ФосАгро 1 – 3 экз./м², Витанолл 1,

ФосАгро 2 и ФосАгро 3 – 1 экз./м² (рис. 6).

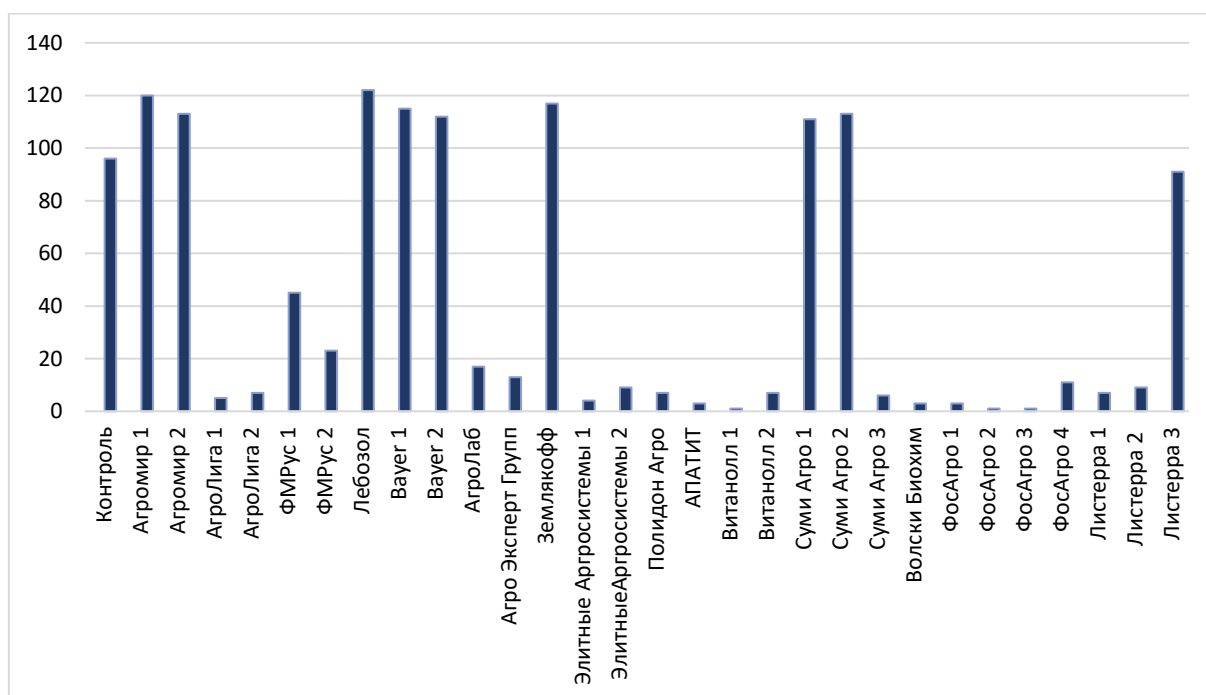


Рис. 6. Численность сорной растительности в посевах сои, орошение – 2 срок определения, экз./м²

Таким образом, на Агрополигоне «Приволжье» в 2023 году сформировался малолетне-корнеотпрысковый тип засоренности. Уменьшение видового разнообразия сорной растительности на фоне отсутствия многолетних сорняков в последний срок определения свидетельствует о достаточной эффективности гербицидов, однако достаточно высокие значения засоренности отмечены в контроле (Система защиты хозяйства) и в вариантах Агромир 1 и 2, Лебозол, Bayer 1 и 2, Землякофф, Суми Агро 1 и 2, Листерра 3 в условиях орошения.

В связи с большим количеством широколистных яровых ранних и яровых поздних сорняков в посевах сои в последний срок определения следует усилить борьбу с этим типом сорной растительности в первые 45 дней после посева.

Заключение. На основании результатов комплексных исследований, проведенных в 2023 г. на агрополигоне «Приволжье», можно сформулировать следующие выводы:

Динамика состава сорного компонента: Установлено, что в начальный период вегетации сои формируется смешанный тип засоренности с превалярованием двудольных видов (марь белая, щирица запрокинутая, вьюнок полевой, латук татарский). К моменту уборки под воздействием систем защиты агрофитоценоза трансформируется в малолетне-корнеотпрысковый тип. Отсутствие многолетних видов во второй срок учета подтверждает высокую избирательную эффективность применяемых гербицидных программ. Влияние водного режима: Выявлена прямая корреляция между уровнем влагообеспеченности и интенсивностью развития сорной растительности. Условия искусственного орошения провоцируют сильную степень засоренности (до 250 экз./м², что соответствует 5 баллам по шкале А. В. Фисюнова), превышающую показатели на богаре в десятки раз. Это обуславливает необходимость применения более интенсивных схем защиты на поливных землях.

Сравнительная эффективность систем: в ходе верификации различных технологических решений определены наиболее эффективные системы защиты и питания – АгроЛига 1, Витанолл 1, ФосАгро 2, АПАТИТ и Волски Биохим. Данные варианты обеспечили максимальную чистоту посевов (1-3 экз./м²) к концу вегетации. В то же время выявлена недостаточная эффективность ряда систем (включая контрольную, Bayer, Суми Агро и др.), где численность сорняков оставалась на критическом уровне (свыше 90 экз./м²).

Практические рекомендации: научно аргументировано, что критическим периодом для формирования будущего урожая сои являются первые 45 дней после посева. Для минимизации вредоносности широколистных сорняков и сохранения потенциала продуктивности культуры необходимо обеспечить максимальное подавление конкурирующей растительности именно в этот временной интервал.

Таким образом, оптимизация систем защиты с учетом выявленных наиболее эффективных препаратов позволяет эффективно контролировать фитосанитарную обстановку в посевах сои как в засушливых условиях, так и при интенсивном орошении.

Список источников

1. Степанов А. С., Мороховец Т. В., Фомина Е. А. и др. Оценка засоренности посевов сои на юге Дальнего Востока по данным спутника Sentinel-2 // Достижения науки и техники АПК. 2025. Т. 39, № 3. С. 16-21. DOI: [10.53859/02352451_2025_39_3_16](https://doi.org/10.53859/02352451_2025_39_3_16) EDN: [XNKABG](#)
2. Веницев В. З., Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Влияние противозлаковых гербицидов на засоренность посевов сои сорта Светлая // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 2(30). С. 81-84. DOI: [10.24411/2309-348X-2019-11094](https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11094) EDN: [NBWCYV](#)
3. Морозов А. Н., Дубовик Д. В., Ильин Б. С. Влияние способов основной обработки почвы на засоренность посевов, урожайность и качество зерна сои // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 2(30). С. 74-85. EDN: [KYMTZF](#)
4. Голубев А. С. Эффективность пироксасульфона на посевах сои // Вестник КрасГАУ. 2024. № 1(202). С. 41-46. DOI: [10.36718/1819-4036-2024-1-41-46](https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-1-41-46) EDN: [FSMGHC](#)
5. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Сафин Ф. Ф. Применение гербицидов и боронования для борьбы с сорняками на посевах гороха в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 77-82. DOI: [10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82](https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82) EDN: [RDZUNJ](#)
6. Шадских В. А., Кияева В. Е., Ененко С. В. Агротехнические меры борьбы с засоренностью посевов посредством обработки почвы в орошаемом агроценозе // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14, № 3. С. 192-210. DOI: [10.31774/2712-9357-2024-14-3-192-210](https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-192-210) EDN: [AZFWVN](#)
7. Захарова М. Н., Рожкова Л. В. Эффективность грамминицидов в посевах сои // Плодородие. 2023. № 4(133). С. 25-28. DOI: [10.25680/S19948603.2023.133.06](https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.133.06) EDN: [CDJKPJ](#)
8. Миленко О. Г. Продуктивность агрофитоценоза сои в зависимости от сорта, норм высевки семян и способов ухода за посевами // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 170-181. EDN: [LPJHIX](#)

References

1. Stepanov, A. S., Morokhovets, T. V., Fomina, E. A. & et al. (2025). Assessment of weed infestation in soybean crops in the south of the Far East based on Sentinel-2 satellite data. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 39(3). 16-21. DOI: [10.53859/02352451_2025_39_3_16](https://doi.org/10.53859/02352451_2025_39_3_16) EDN: [XHKABG](https://www.edn.ru/entry/10.53859/02352451_2025_39_3_16) (in Russian).
2. Venevtsev, V. Z., Zakharova, M. N. & Rozhkova, L. V. (2019). Effect of anti-cereal herbicides on weed infestation of soybean crops of the Svetlaya variety. *Zernobobovye i krupianye kultury*. 2(30). 81-84. DOI: [10.24411/2309-348X-2019-11094](https://doi.org/10.24411/2309-348X-2019-11094) EDN: [NBWCYV](https://www.edn.ru/entry/10.24411/2309-348X-2019-11094) (in Russian).
3. Morozov, A. N., Dubovik, D. V. & Ilyin, B. S. (2022). Influence of basic tillage methods on weed infestation, yield and grain quality of soybean. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki*. 2(30). 74-85. EDN: [KYMTZF](https://www.edn.ru/entry/10.25680/S19948603.2023.133.06) (in Russian).
4. Golubev, A. S. (2024). Efficiency of pyroxsulfone on soybean crops. *Vestnik KrasGAU*. 1(202). 41-46. DOI: [10.36718/1819-4036-2024-1-41-46](https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-1-41-46) EDN: [FSMGHC](https://www.edn.ru/entry/10.36718/1819-4036-2024-1-41-46) (in Russian).
5. Davletov, F. A., Gaynullina, K. P. & Safin, F. F. (2022). Application of herbicides and harrowing for weed control in pea crops in the Republic of Bashkortostan. *Zernovoe khozyaystvo Rossii*. 1(79). 77-82. DOI: [10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82](https://doi.org/10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82) EDN: [RDZUNJ](https://www.edn.ru/entry/10.31367/2079-8725-2022-79-1-77-82) (in Russian).
6. Shadskikh, V. A., Kizhaeva, V. E. & Enenko, S. V. (2024). Agrotechnical measures for weed infestation control by tillage in irrigated agroecosystem. *Melioratsiya i gidrotekhnika*. 14(3). 192-210. DOI: [10.31774/2712-9357-2024-14-3-192-210](https://doi.org/10.31774/2712-9357-2024-14-3-192-210) EDN: [AZFWVN](https://www.edn.ru/entry/10.31774/2712-9357-2024-14-3-192-210) (in Russian).
7. Zakharova, M. N. & Rozhkova, L. V. (2023). Efficiency of graminicides in soybean crops. *Plodorodie*. 4(133). 25-28. DOI: [10.25680/S19948603.2023.133.06](https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.133.06) EDN: [CDJKPJ](https://www.edn.ru/entry/10.25680/S19948603.2023.133.06) (in Russian).
8. Milenko, O. G. (2019). Productivity of soybean agrophytocenosis depending on the variety, seed sowing rates and methods of crop care. *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 1. 170-181. EDN: [LPJHIX](https://www.edn.ru/entry/10.25680/S19948603.2023.133.06) (in Russian).

Информация об авторах:

Наталья Александровна Ермакова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0001-6843-2991>; e-mail: melnikova-agro@mail.ru

Елена Хамидулловна Нечаева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5818-8638>; e-mail: exnechaeva@yandex.ru

Ирина Александровна Володина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

ID: <https://orcid.org/0009-0003-6877-9284>; e-mail: volodinairina1980@yandex.ru

Information about the authors:

Natalya A. Ermakova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0001-6843-2991>; e-mail: melnikova-agro@mail.ru

Elena Kh. Nechaeva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0000-0002-5818-8638>; e-mail: exnechaeva@yandex.ru

Irina A. Volodina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

ID: <https://orcid.org/0009-0003-6877-9284>; e-mail: volodinairina1980@yandex.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 10.05.2026; одобрена после рецензирования 17.06.2026; принята к публикации 30.06.2026.

The article was submitted 10.05.2026; approved after reviewing 17.06.2026; accepted for publication 30.06.2026.

Самарский государственный аграрный университет предлагает всем желающим аспирантам, преподавателям, научным работникам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии». Журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

К публикации в журнале принимаются оригинальные, не опубликованные ранее основные научные результаты по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям наук, по которым присуждаются ученые степени:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология (биологические науки),
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки),
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки),
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (ветеринарные науки),
- 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология (биологические науки),
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (сельскохозяйственные науки),
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства (биологические науки),
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных (сельскохозяйственные науки),
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

Правила оформления статей

Статьи представляются на русском языке в электронном виде в редакцию на электронную почту журнала ssaariz@mail.ru либо загружаются в личном кабинете автора на платформе научных журналов «Эко-вектор» – <https://bulletin.ssaa.ru>. Текст статьи набирается в редакторе Microsoft WORD со следующими параметрами страницы: поля: 2 см со всех сторон; размер бумаги А4; стиль обычный; шрифт – Arial Narrow; размер шрифта основного текста – 12 пт, в таблицах – 10 пт; межстрочный интервал – полуторный (в таблицах – одинарный); расстановка переносов – автоматическая; абзацный отступ – 1,25 см.

До основного текста статьи приводят следующие элементы издательского оформления (затем повторяют на английском языке): тип статьи; индекс УДК; заглавие; основные сведения об авторах (имя, отчество, фамилия, наименование организации, где работает или учится автор, адрес организации, электронный адрес автора, открытый идентификатор учёного (ORCID); **резюме** (необходимо осветить цель, методы, результаты с приведением количественных данных, чётко сформулировать выводы, объем – 200-250 слов), 5-7 ключевых слов (словосочетаний). Имена авторов приводят в транслитерированной форме на латинице по ГОСТ 7.79 или в той форме, в какой её установил автор.

Основной текст публикуемого материала должен быть изложен ясно, лаконично. В начале статьи следует кратко сформулировать проблематику исследования (актуальность), затем изложить *цель исследования, задачи, материалы и методы исследований*, в конце статьи – *результаты исследований* с указанием их прикладного характера, *заключение*.

Объем рукописи (без учёта аффилиации авторов, резюме и списка источников) – 10-15 тысяч знаков с пробелами (8-15 страниц), включая таблицы и рисунки; таблицы должны иметь тематический заголовок, сложные рисунки – сгруппированы. Иллюстративный материал должен быть четким, ясным, качественным. Формулы оформляются в редакторе формул MathType, в тексте статьи размещаются по центру. Списки нумеруются и маркируются вручную (во избежание утраты форматирования при верстке). Статья не должна заканчиваться формулой, таблицей, рисунком; заголовок – 10-12 слов.

В **список источников** включаются записи только тех ресурсов, которые цитируются в основном тексте статьи. Необходимо строго соблюдать принятые нормы оформления библиографической ссылки согласно ГОСТ Р 7.0.5. Список источников на английском языке (References) оформляется согласно требованиям APA (American Psychological Association). Ссылки в тексте статьи заключают в квадратные скобки; библиографические записи в списке источников нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи; количество источников – не менее 10; самоцитирование – не более 25 %. Следует придерживаться следующих рекомендаций:

- выносить в список источников только рейтинговые научные издания ВАК, RSCI, ядро РИНЦ, не старше 5-7 лет, на все остальные источники лучше сослаться в круглых скобках.
- приводить ссылки на DOI и EDN тех статей, у которых они есть;
- по возможности не цитировать малодоступную литературу (депонированные и прочие рукописи, сборники конференций и т.п.);
- ГОСТы приводятся в тексте статьи с полными номерами, но не входят в список литературы;
- не приводить ссылки на учебники и учебные пособия.

После основного текста статьи размещают (затем повторяют на английском языке) дополнительные сведения об авторах (учёные звания, учёные степени, ORCID и другие идентификационные номера авторов), сведения о вкладе каждого автора, указание об отсутствии или наличии конфликта интересов, и детализация такого конфликта в случае его наличия.

Использование технологий искусственного интеллекта. Генеративный ИИ и технологии с поддержкой ИИ могут использоваться при подготовке рукописи для улучшения языковых аспектов, таких как грамматика, синтаксис и орфография. В этом случае авторы не обязаны указывать на это. В других случаях авторы должны задекларировать использование генеративных ИИ-технологий (включая инструменты ChatGPT) в разделе «Материалы и методы» при подаче рукописи. Возможная следующая формулировка: «В процессе подготовки данной статьи был использован [название инструмента/сервиса] для [причина]. После использования этого [инструмента/сервиса] содержание было проверено и отредактировано, авторы берут на себя полную ответственность за содержание опубликованной статьи». Это означает, что использование технологий ИИ должно сопровождаться контролем и надзором человека. Авторы должны тщательно проверять и редактировать результат, так как созданный ИИ текст может быть неверным или предвзятым. Только авторы должны нести ответственность за окончательный текст рукописи, поданной в Журнал, независимо от того, какие программы на основе искусственного интеллекта использовались и в какой степени. Авторы несут полную ответственность и подотчетность за содержание своей работы. Если рукопись включает изображения, созданные с помощью генеративного ИИ или инструментов с поддержкой ИИ, авторы должны раскрыть эту информацию в разделе «Материалы и методы», предоставляя подробное описание того, когда и как были использованы инструменты. Более того, авторы также должны подтвердить наличие всех необходимых прав на использование таких материалов. Авторство рукописи должно быть приписано исключительно людям. ИИ и технологии с поддержкой ИИ не могут быть указаны в качестве авторов или соавторов из-за своей неспособности соответствовать критериям авторства: они не могут нести ответственность за работу, давать согласие на публикацию, управлять авторскими правами или участвовать в вопросах, связанных с конфликтами интересов.

В конце документа необходимо указать, какой научной специальности и отрасли науки соответствуют представленные в ней научные результаты.

Все поступившие рукописи проверяются на корректность заимствований, оригинальность должна быть не ниже 80 %.

Каждая статья, поступившая на рассмотрение в журнал «Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии», направляется на рецензирование. Рецензирование статей – двухстороннее слепое (анонимное). Для повышения качества рецензирования главный редактор может отправлять рецензию другим рецензентам, не открывая при этом их имен. Возвращение рукописи статьи на доработку не означает, что статья принята к публикации. В случае отрицательной рецензии статья с рецензией возвращается автору. Отклоненная статья может быть повторно представлена в редакцию после доработки по замечаниям рецензентов. Копии рецензий могут быть предоставлены по запросу в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Рукопись, оформленная с нарушением настоящих Правил, будет возвращена Автору без рассмотрения, по существу.

Г.И. КАЗАКОВ. НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ



Исследования Г.И. Казакова в области дифференцированной обработки почв имеют неоценимое значение для современного сельского хозяйства. В условиях изменения климата и растущей потребности в продовольствии его разработки становятся особенно актуальными. Они позволяют не только повысить эффективность производства, но и обеспечить устойчивое развитие аграрного сектора, сохраняя природные ресурсы страны для будущих поколений.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ НАУЧНОЙ РАБОТЫ:

1. *Оптимальные агрофизические параметры пахотного слоя* (структура, плотность, твердость, пористость) определяют его плодородие и условия для развития растений.
2. Дифференцированная обработка почвы, особенно весной, *мелкими поверхностными операциями* позволяет достичь оптимальных параметров и избежать потерь влаги.
3. *Различные системы обработки* (вспашка, плоскорезная) по-разному влияют на водный режим почвы в зависимости от зоны и рельефа.
4. *Эффективное плодородие чернозёмов* проявляется в слое 0-30(40) см.
5. *Беспахотная обработка* приводит к дифференциации плодородия по профилю, ухудшая его в нижних слоях. *Оборачивание почвы* незадолго до посева также снижает продуктивность.
6. *Сочетание плоскорезной обработки со вспашкой* уменьшает дифференциацию плодородия, но не устраняет её.
7. При *безотвальных обработках* элементы питания (фосфор, калий) накапливаются в верхнем слое, что улучшает питание растений.
8. *Агрохимические показатели* не являются главным критерием выбора способа обработки.

