

УДК 631.582

UDC 631.582

4.1.1 Общее земледелие, растениеводство  
(биологические науки, сельскохозяйственные науки)

4.1.1 General agriculture, plant growing (Biological sciences)

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА (ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ) И ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В АРИДНОЙ ЗОНЕ**

**INFLUENCE OF THE PRECURSORS (SPRING BARLEY) AND ORGANIC-MINERAL AND MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS ON POTATO YIELD IN THE ARID ZONE**

Айтпаева Айгуль Алдунгаровна

Aitpaeva Aigul Aldungarovna

к.с.-х.н., доцент

Cand.Agr.Sci., associate professor

РИНЦ SPIN-код: 7861-5771

RSCI SPIN-code:7861-5771

e-mail: [unirms@agasu.ru](mailto:unirms@agasu.ru)

e-mail: [unirms@agasu.ru](mailto:unirms@agasu.ru)

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, Астрахань, Россия  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук", Астраханская область, Россия*

*Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia  
Federal State Budgetary Scientific Institution "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences", Astrakhan oblast, Russia*

В статье рассматривается изменение урожайности картофеля, размещаемого по яровому ячменю, в зависимости от применения органо-минеральных удобрений (ОМУ). В настоящее время в Астраханской области в структуре посевных площадей преобладают монопосадки картофеля, что ведет к ухудшению почвенного плодородия и проявлению отрицательного баланса гумуса. Использование в качестве предшественника картофеля ярового ячменя в сочетании с обработкой клубней перед посадкой и вегетирующих растений в фазу цветения ОМУ благоприятно сказывается на продолжительности межфазных периодов, биометрических показателях и урожайности изучаемой культуры

The article examines changes in potato yield when cultivated after spring barley, depending on the application of organo-mineral fertilizers (OMF). Currently, in the Astrakhan region, continuous potato cropping dominates the structure of cultivated areas, leading to a decline in soil fertility and the manifestation of a negative humus balance. The use of spring barley as a preceding crop for potatoes, combined with the treatment of tubers before planting and vegetative plants during the flowering phase with OMF, has a favorable effect on the duration of interphase periods, biometric indicators, and the yield of the studied crop

Ключевые слова: ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ, КАРТОФЕЛЬ, ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: SPRING BARLEY, POTATO, ORGANO-MINERAL FERTILIZERS, YIELD

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-216-001>

**1. ВВЕДЕНИЕ.** Картофель является одной из важнейших продовольственных культур, обеспечивающей продовольственную безопасность. В современных условиях достижение стабильно высокой урожайности и качества клубней напрямую связано с правильным выбором предшественника, оптимизацией минерального питания растений и поддержанием почвенного плодородия. Актуальность исследований в области совершенствования систем удобрения картофеля обусловлена возрастающими требованиями к ресурсосбережению и экологической безопасности [1, 7, 12, 15, 17]. Традиционное применение высоких доз минеральных удобрений, как отмечается в ряде исследований, может приводить к дисбалансу элементов питания, негативным изменениям агрохимических свойств почвы и снижению её естественного плодородия.

Особую значимость эти вопросы приобретают в регионах, подверженных процессам деградации земель, таких как Нижнее Поволжье [6, 8]. В этой связи перспективным направлением является разработка и внедрение органо-минеральных и микробиологических удобрений, сочетающих достоинства органических и минеральных компонентов. Подобные удобрения способствуют не только обеспечению растений доступными элементами питания в критические фазы роста, но и положительно влияют на биохимические и физико-химические параметры почвы: улучшают её структуру, увеличивают содержание гумуса и активизируют деятельность полезной микрофлоры [3, 5, 10, 13]. Изучение влияния различных систем удобрений на продуктивность картофеля в конкретных почвенно-климатических условиях [4, 9, 11, 14, 16], является необходимой основой для разработки адаптивных, высокоэффективных и безопасных агротехнологий.

Цель исследований – оценка влияния предшественника (яровой ячмень) и различных органо-минеральных и микробиологических удобрений на рост, развитие, урожайность и качество картофеля в аридных

условиях Нижнего Поволжья.

Задачи исследований:

1. Оценить влияние ярового ячменя как предшественника на фенологию, биометрические показатели и урожайность картофеля.

2. Определить сравнительную эффективность различных видов органо-минеральных и микробиологических удобрений («Картофельное», «Дарина 2», «Лигногумат», «Стимулайф», «Идеал») при предпосадочной обработке клубней и некорневой подкормке в фазу цветения.

3. Установить сортовые особенности реакции картофеля (сорта Импала и Гулливер) на применение органо-минеральных и микробиологических удобрений.

4. Выявить наиболее адаптивную и продуктивную систему «предшественник – сорт – удобрение» для условий аридной зоны.

**2. МЕТОДЫ.** Исследования включали анализ динамики урожайности картофеля, размещаемого после ярового ячменя, при применении органо-минеральных и микробиологических удобрений в Харабалинском районе Астраханской области. Опыты проводились с 2021 по 2024 год по методике Б.А. Доспехова [2]. Картофель выращивался по агротехнике, рекомендованной для Астраханской области. Объектом исследования служили сорта картофеля зарубежной и отечественной селекции Импала и Гулливер. Исследования проводились на серо-бурых почвах. Содержание гумуса в них не превышало 1%. В течение 2021... 2024 гг. режим орошения на опытных посадках поддерживался не ниже 90% НВ, а доза внесения минеральных удобрений составляла  $N_{145}P_{75}K_{50}$  в основное удобрение и  $N_{20}P_{35}K_{30}$  в подкормки. Обработка клубней картофеля органо-минеральными и микробиологическими удобрениями осуществлялась непосредственно перед посадкой, обработка вегетирующих растений проводилась методом некорневой подкормки в

фазу цветения картофеля в строго регламентированных производителями дозах при норме расхода рабочего раствора 300 л/га. Стандартом выступал сорт Импала, с которым сравнивался сорт Гулливер. Для каждого сорта тестировался контроль (без обработки) и пять видов органо-минеральных и микробиологических удобрений. Наименьшая существенная разность определялась методом дисперсионного анализа [2] и представляла собой пороговое, статистически значимое различие между урожайностями в опыте, которое позволило утверждать, что разница обусловлена действием изучаемых факторов (сорта и удобрения), а не случайными колебаниями.

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ.** Тенденция сокращения вегетационного периода картофеля, размещаемого по яровому ячменю, наблюдалась в 2022 году - наиболее благоприятном по температурному и влажностному режиму. В засушливом 2024 году наоборот отмечено замедление прохождения межфазных периодов. Размещение картофеля в севообороте после ярового ячменя является агротехнически и экологически обоснованным приемом, что подтверждается комплексом взаимосвязанных факторов, влияющих на фитосанитарное состояние посевов, почвенное плодородие и, как следствие, на продуктивность культуры. Основные преимущества данного севооборотного звена заключаются в следующем:

1. Использование ячменя в качестве предшественника способствует очищению почвы и снижению инфекционного фона.

2. Улучшение агрофизических свойств почвы.

3. Оптимизация баланса органического вещества и азотного режима.

4. Подавление сорной растительности. Яровой ячмень, особенно при загущенном посеве, обладает высокой конкурентной способностью по отношению к однолетним сорнякам, эффективно подавляя их в первой половине вегетационного периода.

5. Агроэкологическая и ресурсосберегающая роль в условиях аридной зоны.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о выраженных сортовых особенностях онтогенеза картофеля в зависимости от предшественника и применения органо-минеральных и микробиологических удобрений. Сорты обладают различной динамикой развития: Импала имеет более растянутый период клубнеобразования, тогда как у Гулливера наблюдается удлинение фазы ростовых процессов перед бутонизацией.

Анализ данных за 2021...2024 гг. показал, что все исследуемые препараты достоверно сокращают продолжительность межфазных периодов по сравнению с контролем. Наиболее эффективными в ускорении развития растений показали себя: "Стимулайф" - обеспечивает минимальную продолжительность периода "посадка-всходы", "Дарина 2" - демонстрирует стабильное сокращение всех межфазных периодов. Ранжирование препаратов по эффективности выглядело следующим образом: "Стимулайф" и "Дарина 2" (максимальная эффективность), "Идеал" и "Лигногумат" (средняя эффективность), "Картофельное" (умеренная эффективность).

Таблица 1 – Продолжительность межфазных периодов картофеля в зависимости от применения органо-минеральных и микробиологических удобрений, Харабалинский район, среднее за 2021...2024 гг.

Сорт (фактор А)	ОМУ (фактор В)	Посадка -всходы, дней	Всходы- бутонизация, дней	Бутонизация -цветение, дней	Цветение-увядание, дней
Импала (стандарт)	Контроль без обработки	18,8	17,3	16,3	23,5
	Картофельное	15,8	16,5	15,3	22,5
	Дарина 2	14,8	15,3	14,5	21,0
	Лигногумат	16,0	16,0	15,5	22,0
	Стимулайф	14,5	15,0	14,5	21,0
	Идеал	16,0	16,3	15,8	22,5
Гулливер	Контроль без обработки	18,0	19,5	17,8	24,5
	Картофельное	17,3	18,5	16,8	23,5
	Дарина 2	15,8	17,5	15,8	22,5
	Лигногумат	17,0	18,5	16,8	23,5
	Стимулайф	16,0	17,5	15,8	22,5
	Идеал	17,0	18,5	16,5	23,3

В целом общая продолжительность вегетационного периода была сокращена на 7-11 дней за счет оптимизации системы "сорт-удобрение".

Проведенный анализ данных демонстрирует комплексное влияние генотипических особенностей и применения органо-минеральных, микробиологических удобрений на ростовые процессы и продуктивность картофеля.

Таблица 2– Биометрические показатели картофеля в зависимости от применения органо-минеральных и микробиологических удобрений, среднее за 2021...2024 гг.

Сорт	ОМУ	Высота, см	Число стеблей на растении, шт	Количество клубней, шт/на одно растение	Масса одного клубня, г
Импала (стандарт)	Контроль без обработки	71	4,5	16	69
	Картофельное	73	4,6	17	70
	Дарина 2	75	4,9	18	72
	Лигногумат	72	4,7	17	69
	Стимулайф	75	4,8	18	71
	Идеал	73	4,7	17	70
Гулливер	Контроль без обработки	80	4,3	12	63
	Картофельное	82	4,4	13	64
	Дарина 2	85	4,5	14	66
	Лигногумат	83	4,4	13	65
	Стимулайф	84	4,6	14	67
	Идеал	83	4,4	13	64

По результатам исследований в период с 2021 по 2024 гг:

-установлены достоверные сортовые различия в стратегии формирования продуктивности картофеля,

-выявлена дифференциальная эффективность различных типов органо-минеральных и микробиологических удобрений, с максимальной стимулирующей активностью препаратов "Дарина 2" и "Стимулайф",

-показано, что применение препаратов позволяет увеличить количество клубней на 12-17% и массу клубня на 2-6% в зависимости от сортовых особенностей.

У сорта Импала товарная урожайность на контрольном варианте составила 55 т/га. Применение органо-минеральных и микробиологических удобрений обеспечило достоверную прибавку урожая. Наибольшая

эффективность отмечена при использовании препаратов «Дарина 2» (65 т/га) и «Стимулайф» (64 т/га). ОМУ «Идеал» (60 т/га), «Картофельное» (59 т/га) и «Лигногумат» (58 т/га) также показали положительный, но менее выраженный эффект.

У сорта Гулливер товарная урожайность на контрольном варианте была существенно ниже и составила 34 т/га, что подчеркивает его меньший генетический потенциал продуктивности по сравнению с сортом Импала в условиях проведения опыта. Однако, реакция на применение органо-минеральных и микробиологических удобрений оказалась выраженной. Максимальные значения товарной урожайности также отмечены при применении «Стимулайф» (42 т/га) и «Дарина 2» (41 т/га). Прочие препараты («Идеал» – 39 т/га, «Лигногумат» – 38 т/га, «Картофельное» – 37 т/га) продемонстрировали статистически значимый рост.

Таблица 3- Товарная урожайность картофеля в зависимости от применения органо-минеральных и микробиологических удобрений в Харабалинском районе, среднее за 2021...2024 гг.

Сорт	ОМУ	Урожайность, т/га				
		2021	2022	2023	2024	2021...2024
Импала	Контроль без обработки	56,0	58,5	53,5	52,0	55
	Картофельное	60,0	62,5	57,5	56,0	59
	Дарина 2	66,5	69,0	63,0	61,5	65
	Лигногумат	59,5	61,5	56,5	55,0	58
	Стимулайф	65,5	68,0	62,0	60,5	64
	Идеал	61,5	63,0	58,5	57,0	60
Гулливер	Контроль без обработки	35,0	37,5	32,5	31,0	34
	Картофельное	38,5	40,5	35,5	34,0	37
	Дарина 2	42,5	43,5	39,5	38,5	41
	Лигногумат	39,5	41,5	36,5	35,0	38
	Стимулайф	43,5	44,5	40,5	39,5	42
	Идеал	40,5	42,5	37,5	36,0	39
НСР 0,5 А		0,6	0,5	0,8	0,9	0,7
НСР 0,5 В		0,5	0,4	0,7	0,8	0,6
НСР 0,5 АВ		1,0	0,8	1,3	1,5	1,1

Несмотря на то, что абсолютная прибавка урожая у сорта Импала выше, относительная эффективность лидирующих препаратов «Дарина 2»

и «Стимулайф» более выражена у сорта Гулливер. Это указывает на то, что данные препараты могут быть особенно эффективны для раскрытия потенциала сортов с изначально более низкой продуктивностью.

НСР в таблице 3 — это ключевой статистический показатель, который позволяет оценить достоверность (существенность) всех различий в урожайности, которые мы видим между вариантами опыта по годам.

Средние значения НСР (0.6-1,1 т/га) относительно невелики по сравнению с разбросом данных (например, от 31 до 69 т/га). Это говорит о хорошо поставленном, воспроизводимом эксперименте с небольшой случайной ошибкой. Для сорта Импала лидирующие в опыте органо-минеральные удобрения "Дарина 2" и "Стимулайф" достоверно (так как разница с контролем  $>$  НСР) повышают урожайность на 8-10 т/га, причем "Дарина 2" достоверно лучше "Лигногумата" на 7 т/га (65 против 58, разница  $7 > 1,1$ ). Для сорта Гулливер разница между лучшими удобрениями ("Дарина 2", "Стимулайф") и худшими меньше, но все равно достоверна.

Крупные различия (в несколько тонн) являются статистически доказанными. Таким образом, применение органо-минеральных и микробиологических удобрений, в частности «Дарина 2» и «Стимулайф», является высокоэффективным агротехническим приемом, обеспечивающим существенный рост товарной урожайности картофеля.

**4. ОБСУЖДЕНИЕ.** Полученные результаты подтверждают высокую агроэкологическую значимость использования ярового ячменя в качестве предшественника для картофеля в аридной зоне. Его роль в улучшении фитосанитарного состояния полей и агрофизических свойств почвы согласуется с данными других исследователей, работающих в сфере адаптивно-ландшафтного земледелия [6, 8, 9]. Способность ячменя подавлять сорняки и разрыхлять почву создает благоприятные стартовые условия для последующей культуры, что особенно критично в условиях

дефицита влаги и низкого естественного плодородия серо-бурых почв.

Выявленная дифференциальная эффективность различных органо-минеральных и микробиологических удобрений требует объяснения с точки зрения их состава и механизмов действия. Лидерство препаратов «Дарина 2» и «Стимулайф» может быть обусловлено их сбалансированным составом, включающим, помимо основных макро- и микроэлементов в хелатной форме, органические компоненты (гуминовые/фульвовые кислоты, аминокислоты, вытяжки из водорослей) и биологически активные вещества (фитогормоны, витамины) [3, 10, 13]. Комплексное действие таких составов заключается не только в питательной функции, но и в стимуляции собственных физиолого-биохимических процессов растения: усилении фотосинтеза, активации ферментных систем, повышении стрессоустойчивости [5, 13]. Это подтверждается в нашем эксперименте стабильным сокращением всех межфазных периодов и улучшением биометрических показателей именно под действием этих препаратов.

Препарат «Лигногумат», основанный на гуминовых веществах, показал среднюю эффективность. Его действие в большей степени направлено на улучшение почвенных условий и неспецифическую стимуляцию, что может объяснять несколько меньший эффект на ускорение фенологии по сравнению с комплексными стимуляторами [5]. Умеренная эффективность специализированного ОМУ «Картофельное» может указывать на то, что его формула, возможно, требует корректировки под конкретные почвенно-климатические условия региона или режим применения.

Сортовые различия в реакции на препараты ярко выражены. Более высокая отзывчивость сорта Гулливер на лучшие органо-минеральные и микробиологические удобрения в относительном выражении свидетельствует о том, что данные препараты эффективно компенсируют

его несколько меньший генетический потенциал, возможно, за счет мобилизации резервных возможностей растения. Сорт Импала, как стандарт с высокой потенциальной продуктивностью, демонстрирует максимальный абсолютный прирост урожая. Эти данные согласуются с концепцией дифференцированного подхода к удобрению сельскохозяйственных культур с учетом их генотипических особенностей [4, 9].

Средние значения НСР05 (0,6-1,1 т/га), существенно меньшие, чем выявленные различия между вариантами, подтверждают высокую достоверность полученных результатов и хорошую воспроизводимость полевого опыта [2, 7].

Таким образом, положительное влияние исследованной системы «яровой ячмень – органо-минеральные и микробиологические удобрения» на продуктивность картофеля носит комплексный характер и складывается из: а) улучшения условий роста за счет грамотного предшественника; б) прямой стимуляции физиологических процессов и обеспечения сбалансированным питанием в критические фазы благодаря применению современных органо-минеральных и микробиологических удобрений.

**5. ВЫВОДЫ.** Размещение картофеля после ярового ячменя в условиях аридной зоны Нижнего Поволжья является агроэкологически и экономически обоснованным приемом, способствующим улучшению фитосанитарного состояния, агрофизических свойств почвы и подавлению сорной растительности. Применение органо-минеральных и микробиологических удобрений для предпосадочной обработки клубней и некорневой подкормки в фазу цветения достоверно сокращает вегетационный период картофеля на 7-11 дней, улучшает биометрические показатели и повышает урожайность.

Установлена дифференциальная эффективность органо-

минеральных и микробиологических удобрений. Наибольшая стимулирующая активность выявлена у препаратов «Дарина 2» и «Стимулайф», которые обеспечили максимальную прибавку урожая – до 10 т/га у сорта Импала и до 8 т/га у сорта Гулливер.

Выявлены четкие сортовые особенности реакции на удобрения: высокопродуктивный сорт Импала дал наибольшую абсолютную прибавку, а у сорта Гулливер с более низким потенциалом отмечена наибольшая относительная эффективность действия лучших органо-минеральных и микробиологических удобрений.

Для производственных условий Волго-Ахтубинской поймы с целью получения ранней и высокой урожайности рекомендуется схема: предшественник – яровой ячмень; сорт – раннеспелый Импала; система удобрения – базовое минеральное питание ( $N_{145}P_{75}K_{50} + N_{20}P_{35}K_{30}$ ) в сочетании с двукратным применением препаратов «Стимулайф» или «Дарина 2» (обработка клубней + некорневая подкормка в цветение).

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочкарев Н.И. и др. Ресурсосберегающие технологии возделывания картофеля в Астраханской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2021. — № 3(63). — С. 88-96.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Лань, 2022. — 352 с.
3. Завалин А.А., Курбанов Р.М. Органо-минеральные удобрения: эффективность и экологическая безопасность // Агрехимический вестник. — 2021. — № 4. — С. 18-22.
4. Иванова С.Е., Калинин А.И. Продуктивность картофеля в зависимости от систем удобрения в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области // Картофель и овощи. — 2023. — № 6. — С. 14-17.
5. Кузнецова Н.В., Петрова Г.В. Влияние органо-минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // Плодородие. — 2022. — № 5(128). — С. 32-35.
6. Кулик К.Н. и др. Современные проблемы деградации земель в Прикаспийском регионе и пути их решения // Аридные экосистемы. — 2020. — Т. 26. — № 4(85). — С. 3-12.
7. Лопатин С.А., Горлов С.П. Современные методы оценки эффективности удобрений в полевых опытах // Методология аграрной науки. — 2023. — № 1. — С. 110-125.
8. Лысак Г.Н., Милащенко Н.З. Деградация почв и пути её предотвращения в

южных регионах России // Почвоведение. — 2020. — № 12. — С. 1505-1516.

9. Милащенко Н.З. (ред.) Система удобрения в адаптивно-ландшафтном земледелии. — М.: Росинформагротех, 2021. — 300 с.

10. Мохаммад С., Ли Х. Роль биостимуляторов и комплексных удобрений в устойчивом производстве картофеля: обзор // *Agronomy*. — 2022. — Vol. 12(10). — P. 2358. (на англ.)

11. Романенко А.А., Белоус Н.М. Биохимическая активность серо-бурых почв Нижнего Поволжья при применении различных видов удобрений // *Аграрный научный журнал*. — 2020. — № 12. — С. 23-27.

12. Солдатов А.А., Широков Е.В. Современные подходы к системе удобрения картофеля в условиях изменяющегося климата // *Агрохимия*. — 2023. — № 2. — С. 45-53.

13. Титова В.И., Козлов Д.А. Влияние предпосадочной обработки клубней органо-минеральными составами на рост и развитие картофеля // *Вестник защиты растений*. — 2022. — № 3(105). — С. 45-50.

14. Тулин С.М. и др. Некорневые подкормки в интенсивной технологии возделывания картофеля // *Достижения науки и техники АПК*. — 2021. — Т. 35. — № 5. — С. 33-37.

15. Федотов В.А., Семина Л.Д. Экологизация растениеводства на основе применения удобрений нового поколения // *Экология и сельское хозяйство*. — 2019. — № 3(8). — С. 55-61.

16. Jatav H.S. et al. Sustainable management of soil and plant health by using organic amendments // *Frontiers in Soil Science*. — 2024. — Vol. 4. (на англ.)

17. Kaczorowski P. et al. The effect of fertilizer type on the yield and nutritional value of potato tubers // *Agriculture*. — 2024. — Vol. 14(1). — P. 132. (на англ.).

## References

1. Bochkarev N.I. i dr. Resursosberegajushhie tehnologii vozdeljvanija kartofelja v Astrahanskoj oblasti // *Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. — 2021. — № 3(63). — S. 88-96.

2. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij). — М.: Lan', 2022. — 352 s.

3. Zavalin A.A., Kurbanov R.M. Organo-mineral'nye udobrenija: jeffektivnost' i jekologicheskaja bezopasnost' // *Agrohimicheskij vestnik*. — 2021. — № 4. — S. 18-22.

4. Ivanova S.E., Kalinin A.I. Produktivnost' kartofelja v zavisimosti ot sistem udobrenija v uslovijah svetlo-kashtanovyh pochv Volgogradskoj oblasti // *Kartofel' i ovoshhi*. — 2023. — № 6. — S. 14-17.

5. Kuznecova N.V., Petrova G.V. Vlijanie organo-mineral'nyh udobrenij na plodorodie pochvy i urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur // *Plodorodie*. — 2022. — № 5(128). — S. 32-35.

6. Kulik K.N. i dr. Sovremennye problemy degradacii zemel' v Prikaspijskom regione i puti ih reshenija // *Aridnye jekosistemy*. — 2020. — Т. 26. — № 4(85). — S. 3-12.

7. Lopatin S.A., Gorlov S.P. Sovremennye metody ocenki jeffektivnosti udobrenij v polevyh opytah // *Metodologija agrarnoj nauki*. — 2023. — № 1. — S. 110-125.

8. Lysak G.N., Milashhenko N.Z. Degradacija pochv i puti ejo predotvrashhenija v juzhnyh regionah Rossii // *Pochvovedenie*. — 2020. — № 12. — S. 1505-1516.

9. Milashhenko N.Z. (red.) Sistema udobrenija v adaptivno-landshaftnom zemledelii. — М.: Росинформагротех, 2021. — 300 с.

10. Mohammad S., Li H. Rol' biostimuljatorov i kompleksnyh udobrenij v

ustojchivom proizvodstve kartofelja: obzor // *Agronomy*. — 2022. — Vol. 12(10). — P. 2358. (na angl.)

11. Romanenko A.A., Belous N.M. Biohimicheskaja aktivnost' sero-buryh pochv Nizhnego Povolzh'ja pri primenenii razlichnyh vidov udobrenij // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. — 2020. — № 12. — S. 23-27.

12. Soldatov A.A., Shirokov E.V. Sovremennye podhody k sisteme udobrenija kartofelja v uslovijah izmenjajushhegosja klimata // *Agrohimija*. — 2023. — № 2. — S. 45-53.

13. Titova V.I., Kozlov D.A. Vlijanie predposadochnoj obrabotki klubnej organo-mineral'nymi sostavami na rost i razvitie kartofelja // *Vestnik zashhity rastenij*. — 2022. — № 3(105). — S. 45-50.

14. Tulin S.M. i dr. Nekornevyje podkormki v intensivnoj tehnologii vozdeľyvanija kartofelja // *Dostizhenija nauki i tehniki APK*. — 2021. — T. 35. — № 5. — S. 33-37.

15. Fedotov V.A., Semina L.D. Jekologizacija rastenievodstva na osnove primenenija udobrenij novogo pokolenija // *Jekologija i sel'skoe hozjajstvo*. — 2019. — № 3(8). — S. 55-61.

16. Jatav H.S. et al. Sustainable management of soil and plant health by using organic amendments // *Frontiers in Soil Science*. — 2024. — Vol. 4. (na angl.)

17. Kaczorowski P. et al. The effect of fertilizer type on the yield and nutritional value of potato tubers // *Agriculture*. — 2024. — Vol. 14(1). — P. 132. (na angl.).