

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)

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА В
ОРОШАЕМЫХ СЕВООБОРОТАХ
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**POTATO PRODUCTIVITY DEPENDING ON
THE PRECEDING CROP IN IRRIGATED CROP
ROTATIONS OF THE ASTRAKHAN REGION**

Айтпаева Айгуль Алдунгаровна

к.с.-х.н., доцент

РИНЦ SPIN-код: 7861-5771

unirms@agasu.ru

*Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение "Прикаспийский аграрный
федеральный научный центр Российской академии
наук", Астраханская область, Россия*

Aitpaeva Aigul Aldungarovna

Cand.Agric.Sci., associate professor

RSCI SPIN-code:7861-5771

unirms@agasu.ru

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Caspian
Agrarian Federal Scientific Center of the Russian
Academy of Sciences", Astrakhan region, Russia*

Цель исследований – установить закономерности влияния различных предшественников (люцерна, яровой ячмень) на урожайность картофеля в условиях орошаемого земледелия Астраханской области. Методы. Полевой опыт проведён в 2008–2022 гг. в Харабалинском районе. Изучали три ротации двух севооборотов: травянопропашного (картофель после люцерны 2-го года пользования) и травянозернопропашного (картофель после ярового ячменя). Повторность четырёхкратная, учётная площадь делянки 50 м². Статистическую обработку выполняли методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов). Результаты: урожайность картофеля после ячменя во все ротации была выше, чем после люцерны (в среднем на 2–3 т/га). Максимальная продуктивность (46 т/га) отмечена во второй ротации при размещении картофеля по ячменю. Установлено, что разница в урожайности достоверна только во второй и третьей ротациях (НСР₀₅ соответственно 5,4 и 4,4 т/га); в первой ротации разница 2 т/га находится в пределах ошибки опыта. Обменная энергия изменялась пропорционально урожайности. Выводы. Для получения стабильно высоких урожаев картофеля в аридной зоне на орошении целесообразно размещать его по яровому ячменю в травянозернопропашном севообороте. Люцерна остаётся ценным предшественником, однако её использование может быть ограничено из-за сильного иссушения почвы и риска накопления проволочника

Objective – to determine the influence of different preceding crops (alfalfa, spring barley) on the yield of potatoes under irrigated agriculture in the Astrakhan region. Methods. Field experiment was conducted in 2008–2022 in Kharabalinsky district. Three rotations of two crop rotations were studied: grass-rowed (potatoes after alfalfa of the 2nd year of use) and grass-grain-rowed (potatoes after spring barley). Replication was fourfold, the accounting plot area was 50 m². Statistical processing was performed by ANOVA (B.A. Dospelov). Results: potato yield after barley in all rotations was higher than after alfalfa (on average by 2–3 t/ha). The maximum productivity (46 t/ha) was noted in the second rotation when potatoes were planted after barley. The difference in yield is significant only in the second and third rotations (LSD₀₅ = 5.4 and 4.4 t/ha, respectively); in the first rotation the difference of 2 t/ha is within the experimental error. Metabolic energy changed proportionally to the yield. Conclusions. To obtain consistently high potato yields in the arid zone under irrigation, it is advisable to place it after spring barley in a grass-grain-rowed crop rotation. Alfalfa remains a valuable precursor, but its use may be limited due to severe soil drying and the risk of wireworm accumulation

Ключевые слова: КАРТОФЕЛЬ, ЛЮЦЕРНА,
ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ, СЕВООБОРОТ,
ПРЕДШЕСТВЕННИК, УРОЖАЙНОСТЬ,

Keywords: POTATO, ALFALFA, SPRING BARLEY,
CROP ROTATION, PREDECESSOR, YIELD,
METABOLIC ENERGY, WIREWORM

ОБМЕННАЯ ЭНЕРГИЯ, ПРОВОЛОЧНИК

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-217-002>

1. ВВЕДЕНИЕ.

Астраханская область занимает лидирующее положение в Южном федеральном округе по производству картофеля и овощей открытого грунта, ежегодно обеспечивая более 2 млн т продукции. При этом около 50 % пахотных земель (общая площадь 270 тыс. га) остаются неиспользуемыми. Основная доля продукции приходится на крестьянско-фермерские хозяйства, где в последние два десятилетия получила широкое распространение монокультура картофеля, включая получение двух урожаев в год с одного поля [12]. Такая система землепользования привела к устойчивой тенденции снижения почвенного плодородия и отрицательному балансу гумуса [6, 8, 11]. Стремление компенсировать падение продуктивности за счёт повышенных доз минеральных удобрений и пестицидов увеличивает антропогенную нагрузку на агроландшафты и снижает экологическую устойчивость агросистем Юга России [4, 7, 9, 13–16]. В этих условиях актуальной становится разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий возделывания картофеля в рамках адаптивно-ландшафтного земледелия. Ключевым элементом таких технологий является обоснованный выбор предшественника, способного обеспечить стабильную продуктивность культуры без деградации почвенного плодородия [1, 5, 10].

Цель исследований – установить закономерности формирования урожайности картофеля в зависимости от предшественника в условиях орошаемого земледелия Астраханской области.

Задачи:

1. Оценить влияние люцерны как предшественника на урожайность картофеля.

<http://ej.kubagro.ru/2026/03/pdf/02.pdf>

2. Оценить влияние ярового ячменя как предшественника на урожайность картофеля.

3. Выявить наиболее продуктивное и адаптивное звено «предшественник – картофель» для условий аридной зоны.

2. МЕТОДЫ. Исследования выполнялись в условиях серо-бурых орошаемых почв Харабалинского района Астраханской области в период с 2008 по 2022 гг. Содержание гумуса около 1 %. Климатическая зона характеризуется резко континентальным климатом и аридностью, что определяет специфику агротехнических приёмов. Объектом исследований являлась культура картофеля (*Solanum tuberosum* L.) раннеспелого сорта Импала, районированного в Нижневолжском регионе. Предмет исследований — закономерности формирования урожайности картофеля в зависимости от предшественника. В стационарном опыте изучали два звена севооборотов: травянопропашной: люцерна (2 г.п.) → картофель; травянозернопропашной: яровой ячмень → картофель.

Повторность опыта четырёхкратная, размещение делянок систематическое. Учётная площадь делянки — 50 м². Технология возделывания картофеля — общепринятая для орошаемых условий Нижнего Поволжья. Статистическая обработка выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2]. Обменная энергия рассчитана расчётным методом на основе справочных данных.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ. В условиях Астраханской области люцерна является хорошим предшественником для картофеля, так как способствует кардинальному улучшению физических свойств почвы, что является главным долгосрочным преимуществом травянопропашных севооборотов. Почвы аридной зоны часто подвержены деградации, уплотнению, снижению содержания органического вещества (гумуса) и ухудшению структуры, что снижает их влагоёмкость. Люцерна своей мощной корневой системой улучшает структуру и аэрацию почвы, увеличивает содержание

гумуса, повышает водопроницаемость. Улучшенная почва лучше аккумулирует и сохраняет скудные атмосферные осадки и поливную воду, уменьшая непродуктивные потери на сток и испарение. Это долгосрочный инвестиционный эффект, который компенсирует высокое водопотребление самой травы в период её роста и стратегическое преимущество, которое реализуется в среднесрочной перспективе (3-5 лет севооборота) и ведёт к повышению эффективности использования влаги последующими культурами, снижению зависимости от минеральных удобрений, повышению общей устойчивости агросистемы.

Дефицит влаги в аридной зоне часто лимитирует усвоение растениями минеральных удобрений, делая их внесение экономически рискованным и экологически небезопасным (возможность засоления). Люцерна за счёт симбиоза с клубеньковыми бактериями накапливает биологический азот в почве. Картофель, размещаемый после люцерны, получает «безопасный» азотный бонус, который не зависит от влагообеспеченности в той же степени, что и действие минеральных удобрений. Это снижает затраты на удобрения и риски их неэффективного использования. Сорная растительность конкурирует с культурными растениями за дефицитную влагу. Плотный травостой люцерны хорошо подавляет сорняки. Поле, идущее под картофель после люцерны, будет более чистым от сорняков, что снижает потери влаги на их транспирацию и облегчает уход за посадками картофеля [17].

Основной недостаток люцерны в аридной зоне, отмеченный в таблице 1 — сильное иссушение почвы в глубоких слоях и возможность появления проволочника. В связи с этим в засушливых условиях рекомендуется возделывать люцерну преимущественно на орошении и осуществлять систематический мониторинг по выявлению очагов проволочника на посевах изучаемой культуры.

Зерновые предшественники (яровой ячмень) оставляют больше

доступной влаги и дают быстрый экономический возврат, но не решают фундаментальных почвенных проблем, характерных для аридных зон [3]. Поэтому в устойчивых интенсивных системах с орошением предпочтение отдаётся многолетним травам как лучшему агротехническому предшественнику для картофеля (почва, азот, снижение утомления почвы). Исключения составляют лишь участки на которых появился проволочник, не представляющий опасности для люцерны, но очень опасный для картофеля, так как способен повредить значительную часть урожая. Возможна инсектицидная нагрузка при выявлении проволочника, однако этот путь не способствует биологизации и экологизации производства. В связи с этим при выявлении вредителя необходимо насыщать травянопропашные севообороты зерновыми культурами, такими как яровая ячмень, озимая пшеница, озимая рожь и другие.

На опытных участках в Харабалинском районе во все годы исследований (2008...2022 гг.) проволочника не наблюдалось.

По данным ФГБУ «Россельхозцентр» в Астраханской области ежегодно весенние раскопки на наличие проволочника проводятся на площади не менее 1,5 тыс.га. Проволочником заселено не более 1,0 тыс.га (менее 1% от всей используемой пашни) или 66% от обследованной площади. Численность вредителя 1,2 экз. на 1 кв.м. Максимальная численность вредителя отмечена на площади 0,002 тыс.га в с. Сасыколи на картофеле (4,5 экз. на 1 кв.м). Расстояние от села Заволжского, где проводились экспериментальные исследования до села Сасыколи—94 км. Проволочника в селе Заволжское и в соседних с ним селах в рассматриваемый период с 2008 по 2022 гг зарегистрировано не было.

Ежегодно осенние раскопки проводятся на площади не менее 1,6 тыс.га. Вредителем бывает заселено до 0,3 тыс.га. Средневзвешенная численность вредителя 0,3 экз. на 1 кв.м. Максимальная численность - 2 экз. на 1 кв.м отмечена в в с. Сасыколи на картофеле на площади 0,002

тыс.га.

Зерновые культуры в качестве предшественника картофеля представляют собой экономически быстрый вариант, особенно в зонах недостаточного увлажнения или при необходимости ежегодного товарного выхода с поля. Выбор зависит от почвенно-климатических условий, наличия влаги, специализации хозяйства и длины севооборота.

Проведенные исследования позволили сделать заключение о том, что многолетние травы и зерновые культуры являются хорошими предшественниками для картофеля.

Таблица 1 - Сравнительный анализ предшественников картофеля

Критерий сравнения	Многолетние бобовые травы (люцерна)	Зерновые культуры (яровой ячмень, озимая пшеница)	Источник
Влияние на почву	- улучшают структуру почвы благодаря мощной корневой системе; - увеличивают содержание гумуса и азота; - снижают плотность пахотного слоя, улучшают аэрацию и водопроницаемость.	- корневая система менее глубокая, слабее структурирует почву; - могут оставлять стерню, защищающую от эрозии, но меньше обогащают почву органикой, чем многолетние бобовые травы; - если зерновые идут с подсевом трав — эффект лучше.	[5, 10, 17]
Влагообеспеченность	- сильно иссушают почву в глубоких слоях (глубокие корни); - после распашки трав поле может быть суховато для картофеля в засушливых регионах.	- меньшее водопотребление по сравнению с травами; - оставляют больше доступной влаги для картофеля.	[3, 10]
Фитосанитарное состояние	- хорошо подавляют сорняки (плотный травостой); - уменьшают количество патогенов, характерных для картофеля (смена ботанического семейства); - но могут накапливать проволочника (личинки жуков-щелкунов), который потом повреждает клубни картофеля.	- зерновые — менее благоприятная среда для проволочника, чем многолетние травы; - могут оставлять после себя болезни (например, корневые гнили), но для картофеля они неопасны (разные семейства); - если зерновые засорены злаковыми сорняками могут быть проблемы для картофеля.	[8, 11, 14]
Питательный режим	- бобовые травы накапливают азот (симбиоз с клубеньковыми	- требуют внесения азотных удобрений, которые могут оставаться в почве в	[4, 9, 13]

	<p>бактериями); - последующая культура получает азотный бонус; - вынос элементов питания травами высокий, но после их заделки элементы частично возвращаются.</p>	<p>нитратной форме и использоваться картофелем; - после уборки зерновых остаётся солома, которую можно заделать как органическое удобрение (но нужно время на разложение).</p>	
Урожайность картофеля	<p>- в первые 1–2 года после трав картофель даёт прибавку урожая 10–30% за счёт улучшения физических свойств почвы и накопления азота: - особенно заметен эффект на тяжёлых почвах.</p>	<p>- урожайность картофеля стабильная, но обычно ниже, чем после трав; - на лёгких почвах разница может быть небольшой.</p>	[1, 5, 16]
Экономика и организация	<p>- травы занимают поле несколько лет, что снижает рентабельность в короткой перспективе (нет товарной продукции ежегодно); - в севообороте улучшают общую продуктивность и снижают затраты на удобрения и обработку почвы под последующие культуры.</p>	<p>- зерновые дают товарную продукцию уже в год возделывания; - более короткий цикл, гибкость в севообороте; - меньшие затраты на подготовку поля под картофель по сравнению с распашкой многолетних трав.</p>	[3, 12]

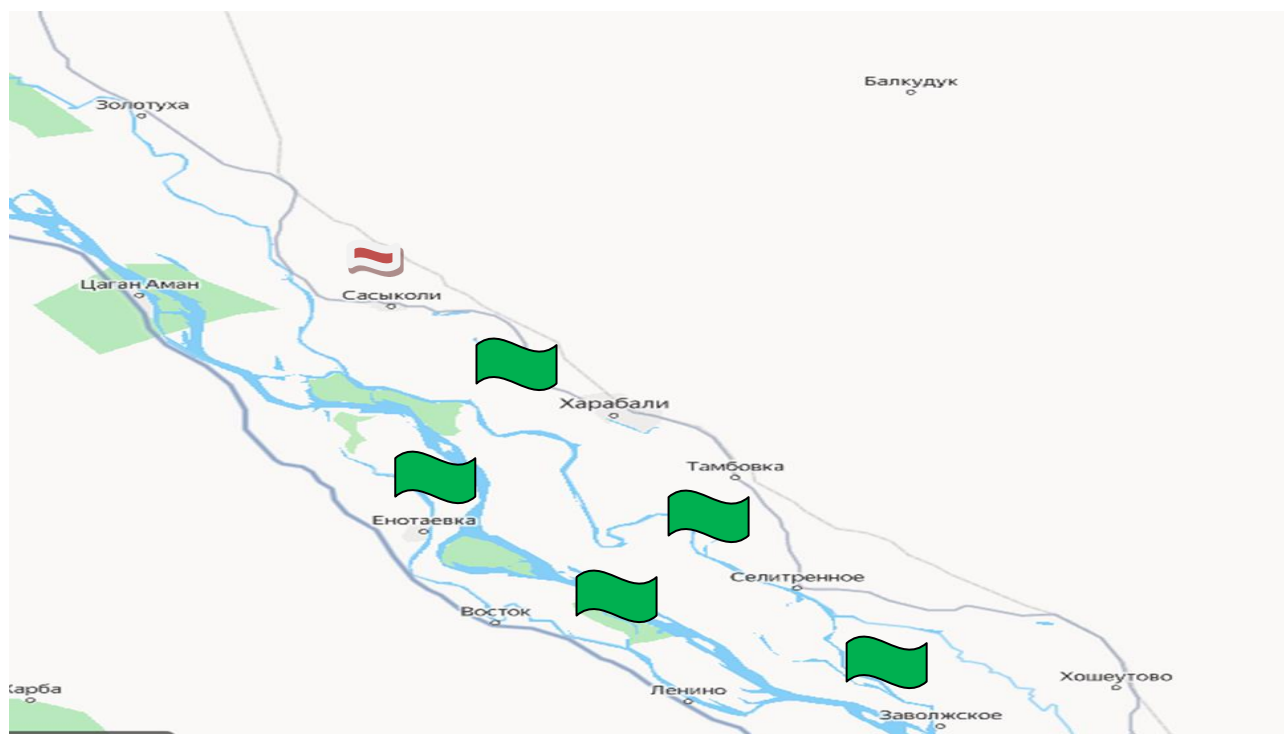




Рисунок 1– Очаги распространения проволочника в Харабалинском районе Астраханской области в период с 2008 по 2022 г.

Условные обозначения:

 очаг распространения проволочника в с. Сасыколи 2...4,5 экз на м² на площади 2 га

 отсутствие проволочника на посадках картофеля

Люцерна улучшает структуру почвы, насыщает ее органикой, обеспечивает азотное питание растений и повышает общую продуктивность севооборота, зерновые лучше накапливают влагу, являются хорошим предшественником для борьбы с проволочником и обеспечивают экономическую отдачу быстрее, чем многолетние бобовые травы. В то же время если после люцерны появился проволочник, то будет эффективно применение инсектицидов нового поколения, например Престиж КС. Особенностью препарата является его уникальный состав, в который входит сразу два действующих вещества – пенцикурон и имидакелоприд. За счет активных компонентов раствор быстро проникает в клетки растения, создавая на его поверхности тонкую, невидимую пленку. Престиж КС эффективен как против проволочника, так и взрослых насекомых-вредителей. Препарат применяется для предпосадочного опрыскивания картофельных клубней или же обработки непосредственно перед посадкой. Престиж КС пользуется широкой популярностью среди сельхозтоваропроизводителей, так как вещества этого средства не накапливаются в картофельных клубнях.

Освоение травянопропашных и травянозернопропашных севооборотов и размещение картофеля после люцерны и ярового ячменя позволило достичь следующих уровней продуктивности, представленных в таблице 2.

Таблица 2 - Урожайность товарных клубней картофеля, т/га и содержание в продукции обменной энергии, МДж/га, (среднее за ротацию)

Вариант	Первая ротация (2008...2012 гг.)		Вторая ротация (2013...2017 гг.)		Третья ротация (2018...2022 гг.)	
	урожай ность, т/га	обменная энергия, МДж	урожай ность, т/га	обменная энергия, МДж	урожай ность, т/га	обменная энергия, МДж
Картофель после люцерны (травянопропашной)	38	133000	43	150500	35	122500

Картофель после ячменя (травянозернопропашной)	40	140000	46	161000	38	133000
НСР А (по предшественнику)	1,7		2,8		2,5	

Анализ таблицы 2 показал, что у обоих типов севооборотов прослеживается схожая волнообразная динамика. Рост урожайности во второй ротации связан с более благоприятными погодными условиями.

Падение урожайности в третьей ротации связано с менее благоприятными погодными условиями и проявлением усталости почвы.

В первой ротации разница в урожайности между картофелем после ячменя (40 т/га) и после люцерны (38 т/га) составляет 2 т/га, что превышает $НСР_{05} = 1,7$ т/га. Следовательно, преимущество ячменя в первой ротации является статистически достоверным.

Во второй ротации разница 3 т/га (46 против 43 т/га) также превышает $НСР_{05} = 2,8$ т/га, что подтверждает достоверность более высокой урожайности после ячменя.

В третьей ротации разница 3 т/га (38 против 35 т/га) больше $НСР_{05} = 2,5$ т/га, что также свидетельствует о значимом влиянии предшественника.

4. ОБСУЖДЕНИЕ. Картофель, размещаемый после ярового ячменя (травянозернопропашной севооборот), стабильно превосходит по урожайности картофель после люцерны во всех трёх ротациях. Преимущество составляет +2...3 т/га ежегодно. Поскольку обменная энергия прямо пропорциональна урожайности (при стандартном качестве), закономерность сохраняется.

Люцерна, являясь отличным сидератом и предшественником, в данном эксперименте уступает ячменю, что связано с более сильным иссушением почвы люцерной, что критично для картофеля в засушливые годы, а также с возможным накоплением специфических вредителей. Ячмень, как зерновая культура, оставляет после себя меньше органической

массы, но лучше чистит поле от сорняков и патогенов паслёновых.

Анализ данных статистической обработки показал, что разница в урожайности в пользу ячменя составила в среднем 2,2 т/га. Во всех трёх ротациях яровой ячмень как предшественник обеспечивал статистически значимую прибавку урожайности картофеля по сравнению с люцерной.

5. ВЫВОДЫ. Результаты 15-летних исследований в условиях орошаемого земледелия Астраханской области позволяют сделать следующие выводы:

Для получения стабильно высоких урожаев картофеля (38–46 т/га) в аридной зоне предпочтение следует отдавать травянозернопропашному севообороту с размещением картофеля по яровому ячменю. Это обеспечивает максимальную продуктивность (в среднем 41,3 т/га) и более эффективное использование оросительной воды.

Люцерна как предшественник улучшает физические свойства почвы и накапливает азот, однако её использование в засушливые годы сопряжено с риском дефицита влаги под картофелем, что приводит к снижению урожайности на 2–3 т/га по сравнению с ячменём. Накопление проволочника в почве после люцерны в регионе носит очаговый характер, и при своевременном мониторинге и протравливании клубней не является препятствием для включения многолетних трав в севооборот с целью биологизации земледелия.

Полученные данные убедительно доказывают, что в условиях орошаемого земледелия Астраханской области размещение картофеля после ярового ячменя в травянозернопропашном севообороте является более продуктивным приёмом, чем размещение изучаемой культуры после люцерны. Разница в урожайности сохраняется на протяжении всех трёх ротаций и является статистически значимой, что позволяет рекомендовать этот предшественник для производственного использования.

Библиографический список

1. Бочкарев Н.И. Ресурсосберегающие технологии возделывания картофеля в Астраханской области / Н.И. Бочкарев [и др.] // 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. Иванов Д.А. Влияние ландшафтных условий на структуру урожая ячменя / Д.А. Иванов, Н.Г. Ковалев, О.Н. Анциферова, О.В. Карасева // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – № 1. – С. 10–13.
4. Иванова С.Е. Продуктивность картофеля в зависимости от систем удобрения в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области / С.Е. Иванова, А.И. Калинин // Картофель и овощи. – 2023. – № 6. – С. 14-17.
5. Ковалев Н.Г. Учет агроэкологических особенностей земель при разработке базовых моделей ландшафтно-мелиоративных систем земледелия / Н.Г. Ковалев, Д.А. Иванов, О.Н. Анциферова // Эколого-мелиоративные аспекты научно-производственного обеспечения АПК. – М.: Современные тетради, 2005. – С. 33–42.
6. Кулик К.Н. Современные проблемы деградации земель в Прикаспийском регионе и пути их решения / К.Н. Кулик [и др.] // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26. – № 4(85). – С. 3-12.
7. Лопатин С.А. Современные методы оценки эффективности удобрений в полевых опытах / С.А. Лопатин, С.П. Горлов // Методология аграрной науки. – 2023. – № 1. – С. 110-125.
8. Лысак Г.Н. Деградация почв и пути её предотвращения в южных регионах России / Г.Н. Лысак, Н.З. Милащенко // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1505-1516.
9. Милащенко Н.З. Система удобрения в адаптивно-ландшафтном земледелии / под ред. Н.З. Милащенко. – М.: Росинформагротех, 2021. – 300 с.
10. Плескачев Ю.Н. Инновационные подходы к развитию АПК Волгоградской области / Ю.Н. Плескачев, И.Б. Борисенко, А.А. Холод // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: сб. науч. тр. по мат. конф. (Волгоград, 26–29 января 2016 г.). – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2016. – Т. 1. – С. 89–95.
11. Плескачев Ю.Н. Деградация земель в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плескачев, М.В. Костин // Полевые исследования. – 2020. – Вып. 7. – С. 124–133. – DOI: 10.22162/2500-4328-2020-7-124-133.
12. Плескачев Ю.Н. Возделывание раннего картофеля в регионе Северного Прикаспия / Ю.Н. Плескачев, Ж.А. Зимина, П.А. Андросов // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 3 (50). – С. 89-94.
13. Солдатов А.А. Современные подходы к системе удобрения картофеля в условиях изменяющегося климата / А.А. Солдатов, Е.В. Широков // Агрехимия. – 2023. – № 2. – С. 45-53.
14. Тулин С.М. Некорневые подкормки в интенсивной технологии возделывания картофеля / С.М. Тулин [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35. –

№ 5. – С. 33-37.

15. Jatav H.S. Sustainable management of soil and plant health by using organic amendments / H.S. Jatav [et al.] // *Frontiers in Soil Science*. – 2024. – Vol. 4. – DOI: 10.3389/fsoil.2024.1358495.

16. Kaczorowski P. The effect of fertilizer type on the yield and nutritional value of potato tubers / P. Kaczorowski [et al.] // *Agriculture*. – 2024. – Vol. 14(1). – P. 132. – DOI: 10.3390/agriculture14010132.

17. Qin S. Breaking continuous potato cropping with legumes improves soil microbial communities, enzyme activities and tuber yield / S. Qin [et al.] // *PloS One*. – 2017. – Vol. 12(5). – e0175934

References

1. Bochkarev N.I. Resursosberegayushhie texnologii vozdeleyvaniya kartofelya v Astraxanskoj oblasti / N.I. Bochkarev [i dr.] // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshее professional'noe obrazovanie*. – 2021. – № 3(63). – S. 88-96.

2. Dospexov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). – M.: Lan, 2022. – 352 s.

3. Ivanov D.A. Vliyanie landshaftnyx uslovij na strukturu urozhaya yachmenya / D.A. Ivanov, N.G. Kovalev, O.N. Anciferova, O.V. Karaseva // *Doklady Rossijskoj akademii sel'skoxozyajstvennyx nauk*. – 2014. – № 1. – S. 10–13.

4. Ivanova S.E. Produktivnost' kartofelya v zavisimosti ot sistem udobreniya v usloviyax svetlo-kashtanovyx pochv Volgogradskoj oblasti / S.E. Ivanova, A.I. Kalinin // *Kartofel' i ovoshhi*. – 2023. – № 6. – S. 14-17.

5. Kovalev N.G. Uchet agroekologicheskix osobennostej zemel' pri razrabotke bazovyx modelej landshaftno-meliorativnyx sistem zemledeliya / N.G. Kovalev, D.A. Ivanov, O.N. Anciferova // *Ekologo-meliorativny'e aspekty nauchno-proizvodstvennogo obespecheniya APK*. – M.: Sovremennye tetradi, 2005. – S. 33–42.

6. Kulik K.N. Sovremennye problemy degradacii zemel' v Prikaspijskom regione i puti ix resheniya / K.N. Kulik [i dr.] // *Aridny'e ekosistemy*. – 2020. – T. 26. – № 4(85). – S. 3-12.

7. Lopatin S.A. Sovremennye metody ocenki effektivnosti udobrenij v polevyx opytax / S.A. Lopatin, S.P. Gorlov // *Metodologiya agrarnoj nauki*. – 2023. – № 1. – S. 110-125.

8. Ly`sak G.N. Degradaciya pochv i puti eyo predotvrashheniya v yuzhnyx regionax Rossii / G.N. Ly`sak, N.Z. Milashhenko // *Pochvovedenie*. – 2020. – № 12. – S. 1505-1516.

9. Milashhenko N.Z. Sistema udobreniya v adaptivno-landshaftnom zemledelii / pod red. N.Z. Milashhenko. – M.: Rosinformagrotex, 2021. – 300 s.

10. Pleskachev Yu.N. Innovacionny'e podxody k razvitiyu APK Volgogradskoj oblasti / Yu.N. Pleskachev, I.B. Borisenko, A.A. Xolod // *Strategicheskie orientiry innovacionnogo razvitiya APK v sovremennyx ekonomicheskix usloviyax: sb. nauch. tr. po mat. konf. (Volgograd, 26–29 yanvarya 2016 g.)*. – Volgograd: Volgogradskij GAU, 2016. – T. 1. – S. 89–95.

11. Pleskachev Yu.N. Degradaciya zemel' v Nizhnem Povolzh'e / Yu.N. Pleskachev, M.V. Kostin // *Polevy'e issledovaniya*. – 2020. – Vy`p. 7. – S. 124–133. – DOI: 10.22162/2500-4328-2020-7-124-133.

12. Pleskachev Yu.N. Vozdeleyvanie rannego kartofelya v regione Severnogo Prikaspiya

/ Yu.N. Pleskachev, Zh.A. Zimina, P.A. Androsov // Problemy` razvitiya APK regiona. – 2022. – № 3 (50). – S. 89-94.

13.Soldatov A.A. Sovremenny`e podxody` k sisteme udobreniya kartofelya v usloviyax izmenyayushhegosya klimata / A.A. Soldatov, E.V. Shirokov // Agroximiya. – 2023. – № 2. – S. 45-53.

14.Tulin S.M. Nekornevy`e podkormki v intensivnoj texnologii vozdely`vaniya kartofelya / S.M. Tulin [i dr.] // Dostizheniya nauki i texniki APK. – 2021. – T. 35. – № 5. – S. 33-37.

15.Jatav H.S. Sustainable management of soil and plant health by using organic amendments / H.S. Jatav [et al.] // Frontiers in Soil Science. – 2024. – Vol. 4. – DOI: 10.3389/fsoil.2024.1358495.

16.Kaczorowski P. The effect of fertilizer type on the yield and nutritional value of potato tubers / P. Kaczorowski [et al.] // Agriculture. – 2024. – Vol. 14(1). – P. 132. – DOI: 10.3390/agriculture14010132.

17.Qin S. Breaking continuous potato cropping with legumes improves soil microbial communities, enzyme activities and tuber yield / S. Qin [et al.] // PloS One. – 2017. – Vol. 12(5). – e0175934