

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.813.4:631.67:635.21

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-3-44-55

Определение эффективности снижения химической нагрузки при выращивании картофеля летней посадки в условиях орошения

Валерий Алексеевич Монастырский¹, Александр Николаевич Бабичев²,
Владимир Игоревич Ольгаренко³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

²BabichevAN2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

³Olgarenko_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

Аннотация. Цель: определение продуктивности агроценоза при использовании различных видов удобрений на примере выращивания картофеля летнего срока посадки в условиях орошения. **Материалы и методы.** Исследования проводились в 2019–2021 гг. в Октябрьском районе Ростовской области. Схема опыта включает в себя: вариант 1 – без применения удобрений (контроль); вариант 2 – использование навоза; вариант 3 – использование навоза и применение минеральных удобрений; вариант 4 – использование сидерата; вариант 5 – использование сидерата и применение минеральных удобрений. Влажность почвы по всем вариантам опыта поддерживалась на уровне не менее 80 % от наименьшей влагоемкости почвы. Снижение химической нагрузки предусмотрено путем использования органического удобрения. **Результаты.** В среднем по годам исследований в контрольном варианте урожайность корнеплодов составила 35,3 т/га. Применение органических удобрений позволило получить прибавку урожая по сравнению с контрольным вариантом более чем 8 т/га. Наилучшими показателями обладают варианты, в которых использовались совместно органические и минеральные удобрения. Так, в варианте 3 после применения навоза и минеральных удобрений урожайность клубней картофеля составила 53,1 т/га. В варианте 5 после заделки сидерата и применения минеральных удобрений с учетом поступивших элементов питания в почву урожайность получена в размере 52,3 т/га. **Выводы.** Для достижения наибольших показателей урожайности картофеля летней посадки следует строить систему питания так, чтобы в нее входили и органические удобрения, и минеральные. С экономической точки зрения при выращивании картофеля летней посадки снижение химической нагрузки на агроценоз и переход от интенсивного земледелия к экологическому имеют место. В процессе перехода агробизнеса на экологически безопасное производство сельскохозяйственной продукции следует придерживаться технологии выращивания продуктов питания на основе внесения органических удобрений.

Ключевые слова: картофель летнего срока посадки, экономическая эффективность, динамика питательных веществ в почве, минеральные и органические удобрения, сидераты, продуктивность корнеплодов

Для цитирования: Монастырский В. А., Бабичев А. Н., Ольгаренко В. Иг. Определение эффективности снижения химической нагрузки при выращивании картофеля летней посадки в условиях орошения // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 44–55. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-44-55>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Determination efficiency of reducing chemical load at summer planting growing potatoes under irrigation

Valeriy A. Monastyrskiy¹, Alexandr N. Babichev², Vladimir Ig. Olgarenko³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

²BabichevAN2006@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1146-7530>

³Olgarenko_vi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9609-5571>

Abstract. Purpose: to determine the productivity of agrocenosis when using various types of fertilizers by the example of growing summer planting potatoes under irrigation. **Materials and methods.** The studies were carried out in 2019–2021 in Oktyabrsky district Rostov region. The experimental scheme includes: option 1 – without the fertilizers application (control); option 2 – manure application; option 3 – manure and mineral fertilizers application; option 4 – green manure application; option 5 – green manure and mineral fertilizers application. Soil moisture in all variants of the experiment was maintained at a level of at least 80 % of the lowest soil moisture capacity. Reducing the chemical load is envisaged by the organic fertilizer application. **Results.** On average, over the years of research in the control variant, the yield of root crops was 35.3 t/ha. The organic fertilizers application made it possible to obtain an increase in yield in comparison with the control variant of more than 8 t/ha. The best indicators are the variants in which organic and mineral fertilizers were used together. So, in option 3, after the manure and mineral fertilizers application, the yield of potato tubers was 53.1 t/ha. In option 5, after plowing green manure and applying mineral fertilizers, taking into account the nutrients that have entered the soil, the yield was obtained in the amount of 52.3 t/ha. **Conclusions.** To achieve the highest yields of summer planting potatoes, it is necessary to build a nutrition system so that it includes both organic and mineral fertilizers. From an economic point of view, when growing summer planting potatoes, a decrease in the chemical load on agrocenosis and a transition from intensive farming to ecological farming take place. In the process of agribusiness transition to environmentally safe production of agricultural products, one should adhere to the technology of growing food staff based on the organic fertilizers application.

Keywords: summer planting potatoes, economic efficiency, dynamics of nutrients in soil, mineral and organic fertilizers, green manure, root crop productivity

For citation: Monastyrskiy V. A., Babichev A. N., Olgarenko V. Ig. Determination efficiency of reducing chemical load at summer planting growing potatoes under irrigation. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(3):44–55. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-44-55>.

Введение. В современных реалиях экономических потрясений и политической разобщенности нередко поднимаются вопросы продовольственной безопасности. И будь то аграрная держава с многомиллионными посевными площадями или страна с песчаными почвами, не пригодными

для выращивания продуктов питания, вопрос производства растениеводческой продукции в одном и другом случае остается открытым. Для увеличения валового сбора сельскохозяйственной продукции в аграрном бизнесе давно используются различные виды удобрений, и эффективность их применения неоспорима [1]. Однако любое применение агрохимикатов, будь то удобрения, пестициды и иные препараты для увеличения продуктивности агроценоза, влечет за собой накопление их в почве, растениях, животных, питающихся этими растениями, и, соответственно, в организме человека. По этой же причине уже продолжительный период времени сельскохозяйственное производство выделяет в своем секторе экологическое направление получения растениеводческой продукции. Оно предусматривает минимизацию использования агрохимии и стремится к полному отказу от таких элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Однако здесь возникает вопрос об экономической эффективности осуществления такого способа ведения сельского хозяйства [2, 3].

Таким образом, целью исследований является определение продуктивности агроценоза при использовании различных видов удобрений на примере выращивания картофеля летнего срока посадки в условиях орошения.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2019–2021 гг. в Октябрьском районе Ростовской области. В процессе подготовки и проведения исследований, посвященных снижению химической нагрузки на агроценоз с возможностью сохранения урожайности, в качестве исследуемой культуры был выбран картофель летней посадки сорта Каратоп. Культура и сорт выбраны ввиду повсеместного использования на обширной сельскохозяйственной территории и высокой отзывчивости при формировании урожая на оросительные мелиорации. Орошение осуществлялось дождеванием с использованием многоопорных дождевальных ма-

шин, оборудованных системой точной подачи воды к требующему того сегменту агроценоза. Влажность почвы по всем вариантам опыта поддерживалась на уровне не менее 80 % от наименьшей влагоемкости почвы. Снижение химической нагрузки – путем внесения органических удобрений. В качестве органического удобрения предусмотрено применение навоза крупного рогатого скота (КРС) дозой 40 т/га и зеленой массы сидерата 45 т/га. В качестве сидеральной культуры использовалась горчица сарептская сорта Донская 8 [4–7]. Агротехника картофеля применялась согласно зональным системам земледелия в условиях оросительных мелиораций. Возделывание сидерата заключалось в использовании трех агротехнических приемов – посева, измельчения зеленой массы, заделки зеленой массы [7–10]. Почвенный покров представлен черноземом обыкновенным карбонатным. Содержание гумуса в среднем 3,4 % в пахотном горизонте. Обработка получаемых данных проводилась согласно общепринятым методикам и на общедоступном программном обеспечении. Схема опыта «Провести исследования и определить возможность снижения химической нагрузки на агроценоз путем использования различных органических удобрений»:

- вариант 1 – без применения удобрений (контроль);
- вариант 2 – навоз КРС, 40 т/га;
- вариант 3 – навоз КРС (40 т/га) и применение минеральных удобрений $N_{160}P_{150}K_{180}$ на планируемую урожайность картофеля 50 т/га;
- вариант 4 – использование сидерата, 45 т/га;
- вариант 5 – использование сидерата (45 т/га) и применение минеральных удобрений $N_{170}P_{160}K_{200}$ на планируемую урожайность картофеля 50 т/га.

Результаты и обсуждение. В период исследования были проведены наблюдения как за растениями основной культуры, так и за сидеральной.

Осредненные показатели за годы исследований отображены в таблице 1.
Графические данные по годам исследований – на рисунке 1.

**Таблица 1 – Динамика массы клубней по фазам вегетации
в зависимости от варианта опыта, среднее за 2019–2021 гг.**
В т/га

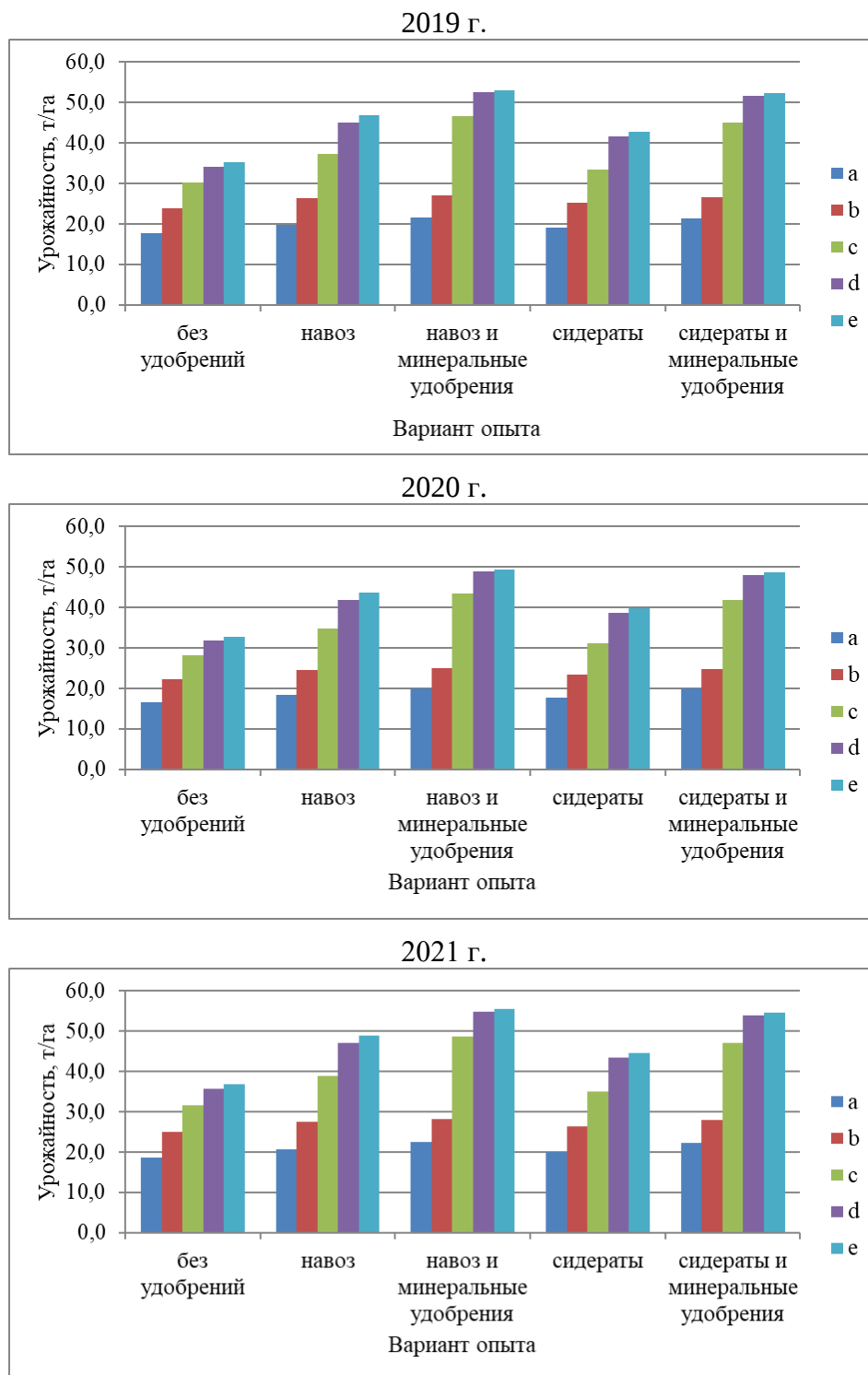
**Table 1 – Dynamics of the tuber mass by phases of vegetation, depending on
the variant of the experiment, average for 2019–2021**

In t/ha

Вариант опыта	Период развития				
	бутонизация	цветение	прекращение прироста ботвы	увядание ботвы	техническая спелость
1	17,8	23,9	30,2	34,2	35,3
2	19,8	26,4	35,3	41,7	43,6
3	21,6	27,0	46,6	52,5	53,1
4	19,1	25,2	33,5	41,6	42,8
5	21,4	26,7	45,1	51,7	52,3
НСР ₀₅ , т/га	0,98				

Согласно полученным данным и проведенному на их основе анализу можно с уверенностью утверждать, что в условиях орошения возможно выращивание картофеля летней посадки без применения удобрений. В среднем по годам исследований в контрольном варианте урожайность корнеплодов составила 35,3 т/га. Этот показатель является наименьшим среди всех вариантов опыта, и полученный результат не в полной мере отображает концепцию продовольственной безопасности РФ.

Применение органических удобрений позволило получить прибавку урожая по сравнению с контрольным вариантом более 8 т/га. Наилучшие показатели, как и ожидалось, получены в вариантах, где используются совместно органические и минеральные удобрения. Так, в варианте 3 после применения навоза и минеральных удобрений урожайность клубней картофеля составила 53,1 т/га. В варианте 5 после заправки сидерата и применения минеральных удобрений с учетом поступивших элементов питания в почву урожайность достигла 52,3 т/га.



a – бутонизация; b – цветение; c – прекращение роста ботвы;
d – увядание ботвы; e – техническая спелость

a – bud formation; b – flowering; c – cessation of the tops growth;
d – tops withering; e – technical maturity

Рисунок 1 – Динамика урожайности клубней картофеля летнего срока посадки по годам исследований

Figure 1 – Dynamics of summer planting potato tuber yield by year of research

Графическое отображение данных по годам исследования позволяет представить всю картину динамики массы клубней в зависимости от периода вегетации картофеля летней посадки. Как видно из данных рисунка 1, уже в начальные фазы роста и развития корнеплодов использование органических и органоминеральных систем питания дает большее преимущество в потенциальном урожае, чем отсутствие каких-либо элементов питания, кроме находящихся запасов в почве. Однако на фоне отказа от применения некоторых элементов технологии возделывания уменьшаются и финансовые затраты, которые не были осуществлены. Экономическая эффективность выращивания картофеля летнего срока посадки в зависимости от проводимых мероприятий по внесению различных видов удобрений представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Экономическая эффективность выращивания картофеля в среднем за 2019–2021 гг.

Table 2 – Economic efficiency of potato growing on average for 2019–2021

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Прямые затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
1	35,3	1235,5	550,0	685,5	125
2	43,6	1526,0	570,0	956,0	168
3	53,1	1858,5	610,0	1248,5	205
4	42,8	1498,0	580,0	918,0	158
5	52,3	1830,5	620,0	1210,5	195
Примечание – Цена реализации картофеля на момент уборки 35 руб./кг.					

Как показал анализ расчетов, рентабельность выращивания картофеля летней посадки с полученной в варианте 1 опыта урожайностью составляет 125 %. В лучшем варианте опыта, где наряду с органикой применялись и минеральные удобрения, доходность проводимых мероприятий больше чем в 2 раза превышала затраты на получение продукции и показатель рентабельности составляет 205 %. Подобный экономический эффект установлен в варианте 5. Тут рентабельность составила 195 %. Высокие показатели доходности установлены в вариантах 2 и 4, рентабель-

ность при использовании только органических удобрений составляет 168 и 158 % соответственно.

Казалось бы, достигнутые результаты урожайности и экономической эффективности могут устраивать как фермеров, стремящихся к интенсификации сельскохозяйственного производства, так и тех, кто нацелен на получение экологически безопасных продуктов питания. Однако наши наблюдения за динамикой питательных веществ в почве (таблица 3) не позволяют дать однозначные рекомендации по выращиванию картофеля с изменяющимися условиями системы питания и в зависимости от применяемых видов удобрений.

Таблица 3 – Динамика питательных веществ в почве по годам исследований

В мг/кг

Table 3 – Dynamics of nutrients in soil by years of research

In mg/kg

Вариант опыта	N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	После уборки предшественника	После уборки	После уборки предшественника	После уборки	После уборки предшественника	После уборки
2019 г.						
1	22,0	16,5	29,1	20,3	450	415
2	21,6	17,8	29,4	20,6	443	410
3	21,9	18,2	28,6	17,8	433	398
4	21,6	17,4	29,7	21,4	435	400
5	22,1	18,5	28,8	18,0	448	408
2020 г.						
1	20,1	15,1	25,7	17,7	432	404
2	21,2	17,1	28,3	20,2	439	407
3	22,1	18,9	29,2	21,4	446	418
4	21,1	17,0	27,7	19,6	430	393
5	22,1	18,6	29,2	21,9	445	412
2021 г.						
1	18,8	14,2	24,1	15,4	418	387
2	20,4	15,6	27,7	19,7	422	396
3	22,7	18,5	29,4	20,7	456	425
4	20,7	16,5	26,9	19,1	429	401
5	22,4	18,8	29,5	21,8	452	419

В ходе исследований нами проводился отбор почвенных образцов и анализ динамики питательных веществ в почве. Так, на начало исследований

в 2019 г. в пахотном горизонте (30 см) количество азота нитратного в зависимости от опытного участка установлено от 21,6 до 22,1 мг/кг, подвижного фосфора – от 28,8 до 29,7 мг/кг, обменного калия – от 433 до 450 мг/кг.

После уборки картофеля на всех опытных участках зарегистрировано снижение количества рассматриваемых элементов питания в почве. В начале следующего цикла исследований уже в 2020 г. проведен повторный отбор для анализа на содержание $N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O .

В контрольном варианте, где не предусмотрено внесение удобрений, отмечено существенное уменьшение количества питательных веществ в почве как между годами исследований, так и в динамике периода «после уборки предшественника» – «после уборки». Снижение количества нитратного азота в 2019–2021 гг. зафиксировано в пределах 4,6–5,5 мг/кг почвы, подвижного фосфора – 8,0–8,8 мг/кг, обменного калия – 28–35 мг/кг. И обусловлено оно именно отсутствием дополнительного внесения удобрений. В вариантах 2 и 4 также наблюдалось снижение в почве количества питательных веществ. Однако показатели были несколько ниже, чем в варианте без удобрений. В вариантах с применением как органических, так и минеральных удобрений установлено не только сохранение питательных веществ в почве, но и в некоторых случаях незначительное увеличение их количества.

Выводы. В результате проведенных исследований, посвященных определению эффективности снижения химической нагрузки на агроценоз в условиях орошения, можно сделать следующие выводы.

1 Для достижения наибольших показателей урожайности картофеля летней посадки следует строить систему питания так, чтобы в нее входили и органические удобрения, и минеральные. Лучший показатель урожайности получен на опытных участках с применением навоза и минерального удобрения, сидерата и минерального удобрения. Применение только органики ведет к снижению урожайности на 9,5 т/га. При отказе от внесения

питательных веществ урожайность составила в среднем 35,3 т/га, что на 17,8 т/га меньше урожайности в наиболее продуктивном варианте.

2 С экономической точки зрения при выращивании картофеля летней посадки снижение химической нагрузки на агроценоз и переход от интенсивного земледелия к экологическому имеют место. Так, вне зависимости от применяемого варианта опыта, выращивание продукции приводит к положительному экономическому эффекту. Как показал анализ расчетов, рентабельность выращивания картофеля летней посадки с полученной в варианте 1 опыта урожайностью составляет 125 %. В лучшем варианте опыта, где наряду с органикой применялись и минеральные удобрения, доходность проводимых мероприятий больше чем в 2 раза превышала затраты на получение продукции и показатель рентабельности составляет 205 %. Подобный экономический эффект установлен в варианте 5. Здесь рентабельность составила 195 %. Высокие показатели доходности установлены в вариантах 2 и 4, рентабельность при использовании только органических удобрений составляет 168 и 158 % соответственно.

3 В процессе перехода агробизнеса на экологически безопасное производство сельскохозяйственной продукции следует придерживаться технологии выращивания картофеля на основе внесения органических удобрений. При этом эффективно внесение навоза дозой 40 т/га, зеленой массы и пожнивных остатков сидеральных культур общей массой 45 т/га.

Список источников

1. Гребенюк К. В. Анализ технологического процесса дифференцированного внесения минеральных удобрений // Научно-технический вестник. Технические системы в АПК. 2020. № 3(8). С. 41–52.
2. Закономерности влияния продуктивности овощей на вынос элементов питания при капельном поливе в сухостепном Поволжье / Н. А. Пронько, В. В. Корсак, К. С. Голик, А. В. Рябова, Ю. А. Новикова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2019. № 3(35). С. 159–172. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?p=1008> (дата обращения: 01.03.2022). DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-159-172.
3. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia / A. K. Apazhev, Y. A. Shekikhachev, L. M. Hazhmetov, L. Z. Shekikhacheva // Journal of

Physics: Conference Series: II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021), St. Petersburg, 3–6 Mar. 2021. Krasnoyarsk: IOP Publishing Ltd, 2021. 32033. DOI: 10.1088/1742-6596/1889/3/032033.

4. Монастырский В. А. Возделывание сидеральных культур и их влияние на урожайность и качество клубней картофеля летней посадки // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. 2013. № 92. С. 884–892. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/04.pdf> (дата обращения: 01.03.2022).

5. Бабичев А. Н., Балакай Г. Т., Монастырский В. А. Накопление питательных веществ в почве при возделывании картофеля летней посадки после сидеральных культур // Плодородие. 2015. № 5(86). С. 37–39.

6. Бородычев В. В., Лытов М. Н., Цыбулин В. В. Условия эффективного использования ресурсов почвенной влаги при возделывании горчицы в рисовых чеках // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 2. С. 31–33.

7. Возделывание горчицы сарептской в качестве сидерата / В. А. Монастырский, А. Н. Бабичев, В. И. Ольгаренко, Д. В. Сухарев // Плодородие. 2019. № 5(110). С. 45–47. DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.13.

8. Приемы, исключаящие негативные процессы в почвах орошаемых агроландшафтов черноземной зоны юга России / Л. М. Докучаева, Е. В. Долина, Р. Е. Юркова, Э. Н. Стратинская, О. Ю. Шалашова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. 2011. № 1(1). 8 с. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=424> (дата обращения: 01.03.2022).

9. Loshakov V. G. The green manure as a factor of agriculture biologization and nature-similar agrotechnology // Biogeosystem Technique. 2015. № 4(6). P. 374–395. DOI: 10.13187/bgt.2015.6.374.

10. Дзедаев Х. Т. Сидераты для картофеля // Студенческая наука – агропромышленному комплексу: науч. тр. студентов Гор. гос. аграр. ун-та. Владикавказ: Горский ГАУ, 2019. С. 12–13.

References

1. Grebenyuk K.V., 2020. *Analiz tekhnologicheskogo protsessa differentsirovannogo vneseniya mineral'nykh udobreniy* [Analysis of the technological process of differentiated application of mineral fertilizers]. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik. Tekhnicheskiiy sistemy v APK* [Scientific and Technical bulletin. Technical Systems in Agro-Industrial Complex], no. 3(8), pp. 41-52. (In Russian).

2. Pronko N.A., Korsak V.V., Golik K.S., Ryabova A.V., Novikova Yu.A., 2019. [Regularities of vegetable productivity influence on the removal of nutrients during drip irrigation in the dry steppe Volga region]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 3(35), pp. 159-172, available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1008> [accessed 01.03.2022], DOI: 10.31774/2222-1816-2019-3-159-172. (In Russian).

3. Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Shekikhacheva L. Z., 2021. Mathematical model of the effective use of reclaimed lands in the South of Russia. *Journal of Physics: Conference Series: II International Scientific Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT II-2021)*, St. Petersburg, 3-6 Mar. 2021. Krasnoyarsk, IOP Publishing Ltd, 2021, 32033, DOI: 10.1088/1742-6596/1889/3/032033.

4. Monastyrsky V.A., 2013. [Green manure crops growing and their influence on the yield and quality of summer planting potato tubers]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU: politematicheskiiy setevoy elektronnyy zhurnal*, no. 92, pp. 884-892, available: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/04.pdf> [accessed 01.03.2022]. (In Russian).

5. Babichev A.N., Balakai G.T., Monastyrsky V.A., 2015. *Nakoplenie pitatel'nykh*

veshchestv v pochve pri vozdeleyvanii kartofelya letney posadki posle sideral'nykh kul'tur [Accumulation of nutrients in the soil during the summer planting potatoes cultivation after green manure crops]. *Plodorodie* [Fertility], no. 5(86), pp. 37-39. (In Russian).

6. Borodychev V.V., Lytov M.N., Tsybulin V.V., 2014. *Usloviya effektivnogo ispol'zovaniya resursov pochvennoy vlagi pri vozdeleyvanii gorchitsy v risovykh chekakh* [Conditions for the effective use of soil moisture resources at mustard cultivation at rice fields]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Land Reclamation and Water Management], no. 2, pp. 31-33. (In Russian).

7. Monastyrsky V.A., Babichev A.N., Olgarenko V.I., Sukharev D.V., 2019. *Vozdeleyvanie gorchitsy sareptskey v kachestve siderata* [Cultivation of brown mustard as green manure]. *Plodorodie* [Fertility], no. 5(110), pp. 45-47, DOI: 10.25680/S19948603.2019.110.13. (In Russian).

8. Dokuchaeva L.M., Dolina E.V., Yurkova R.E., Stratsinskaya E.N., Shalashova O.Yu., 2011. [Techniques avoiding negative processes in irrigated agro landscapes soils of south Russia's chernozym zones]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii*, no. 1(1), 8 p., available: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=424> [accessed 01.03.2022]. (In Russian).

9. Loshakov V.G., 2015. The green manure as a factor of agriculture biologization and nature-similar agrotechnology. *Biogeosystem Technique*, no 4(6), pp. 374-395, DOI: 10.13187/bgt.2015.6.374.

10. Dzedaev H.T., 2019. *Sideraty dlya kartofelya* [Siderata for potatoes]. *Studentcheskaya nauka – agropromyshlennomu kompleksu: nauch. tr. studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Student Science to Agro-Industrial Complex: Scientific Students' Works of Gorsky State Agrarian University]. Vladikavkaz, Gorsky GAU Publ., pp. 12-13. (In Russian).

Информация об авторах

В. А. Монастырский – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;

А. Н. Бабичев – ведущий научный сотрудник, доктор сельскохозяйственных наук;

В. Иг. Ольгаренко – старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

Information about authors

V. A. Monastyrskiy – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;

A. N. Babichev – Leading Researcher, Doctor of Agricultural Sciences;

V. Ig. Olgarenko – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests

Статья поступила в редакцию 23.03.2022; одобрена после рецензирования 17.05.2022; принята к публикации 09.06.2022.

The article was submitted 23.03.2022; approved after reviewing 17.05.2022; accepted for publication 09.06.2022.