



Влияние способа обработки междурядий на урожайность картофеля в системе органического земледелия

Антон Михайлович Захаров,
кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник,
e-mail: bauermw@mail.ru;

Евгений Александрович Мурзаев,
научный сотрудник,
e-mail: murzaev.e.a@mail.ru

Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Санкт-Петербург, Российская Федерация

Реферат. Отмечено, что за последние годы в России возрос интерес к органическому сельскому хозяйству как производителей, так и потребителей продовольственных товаров. Однако при переходе от интенсивного ведения агропроизводства к органическим технологиям возникают определенные проблемы. Это касается возделывания растениеводческой продукции, в частности картофеля, поскольку при запрете на использование традиционных минеральных удобрений необходим поиск рациональных научно-обоснованных альтернативных способов. *(Цель исследования)* Изучить влияние глубокой обработки междурядий картофеля на урожайность клубней без применения удобрений. *(Материалы и методы)* Для адаптации технологий возделывания культур, характерных для Северо-Западного региона, под требования органического производства на базе опытных полей Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства был заложен шестипольный севооборот, включающий картофель. Почва опытного поля дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Использовался сорт картофеля Удача отечественной селекции. Физические параметры почвы определяли в on-line режиме с заданной дискретностью. Междурядья обрабатывали двумя способами: окучивание с боронованием пропашным культиватором КОН-2,8 + БРУ (контрольная посадка) и обработка на глубину 27 сантиметров культиватором КНО-2,8 + БРУ (опытная посадка). *(Результаты и обсуждение)* Комплексный агромониторинг климатических параметров окружающей среды и физических показателей состояния почвы, т.е. ее твердости и влажности, осуществлялся цифровыми средствами. Изучено влияние способа обработки междурядий на урожайность картофеля в течение трех лет. В трехлетней ретроспективе исследований максимальная урожайность 20,57 тонны на гектар была получена в 2022 году. Минимальный урожай 12,8 тонны в контроле и 14,19 тонны в опыте 2021 года был результатом экстремальных почвенно-климатических условий. *(Выводы)* При создании для нормального развития картофеля подходящих физических параметров состояния почвы путем ликвидации уплотнения в междурядьях прирост урожайности может достичь 27 процентов за счет разуплотнения почвы при глубокой обработке междурядий, лучшему увлажнению и сохранению в почве влаги.

Ключевые слова: обработка междурядий, картофель, органическое производство, растениеводство.

■ **Для цитирования:** Захаров А.М., Мурзаев Е.А. Влияние способа обработки междурядий на урожайность картофеля в системе органического земледелия // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2024. Т. 18. №1. С. 74-80. DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-1-74-80. EDN: BJSENC.

Scientific article

Impact of Inter-Row Cultivation on Potato Tuber Yields in Organic Farming

Anton M. Zakharov,
Ph.D.(Eng.), leading researcher,
e-mail: bauermw@mail.ru;

Evgeniy A. Murzaev,
researcher,
e-mail: murzaev.e.a@mail.ru

Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production – Branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract. The paper highlights the surging interest in organic agriculture among both food producers and consumers in Russia. However, when transitioning from intensive agricultural production to organic technologies, certain problems arise. This applies to crop cultivation, especially potatoes, as the ban on traditional mineral fertilizers necessitates the search for rational and science-

based alternative methods. (*Research purpose*) The study aims to investigate the impact of deep inter-row potato cultivation on tuber yield without using fertilizers. (*Materials and methods*) To adapt crop cultivation practices in the North-West region to organic production requirements, a six-field crop rotation, including potatoes, was implemented at the Institute of Agroengineering and Environmental Problems of Agricultural Production. The experimental field soil is characterized as soddy-podzolic and light loamy. For the experiment, the domestic potato variety Udacha was used. Continuous monitoring was conducted for the soil's physical parameters. Inter-row cultivation was performed in two ways: hilling with harrowing using the row-crop cultivator KON-2.8 + BRU (control planting) and deep cultivation to 27 centimeter depth with the KNO-2.8 + BRU (test planting). (*Results and discussion*) Digital agromonitoring of environmental climatic parameters and soil physical characteristics, including hardness and moisture content, was conducted. The study examined the impact of inter-row-cultivation method on potato yields over three years. In three-year retrospective study, the highest yield of 20.57 tons per hectare was achieved in 2022, while adverse soil and climatic conditions in 2021 led to the lowest yields of 12.8 tons in the control planting and 14.19 tons in the experiment planting. (*Conclusions*) By creating favorable soil conditions for potato development through eliminating compaction in the rows, the increase in yield can reach 27 percent due to deep row cultivation, improved soil moisture, and moisture retention.

Keywords: inter-row cultivation, potatoes, organic production, crop production

■ **For citation:** Zakharov A.M., Murzaev E.A. Impact of inter-row cultivation on potato tuber yields in organic farming. *Agricultural machinery and technologies*. 2024. Vol. 18. N1. 74-80 (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2024-18-1-74-80. EDN: BJSENC.

Трансформация растениеводства в направлении интенсивного производства коснулась всех ключевых этапов возделывания сельскохозяйственных культур. В качестве средств защиты и питания растений преимущественно используются химические препараты и удобрения, а для реализации технологических приемов – все более широкозахватная и энергонасыщенная техника. Закономерным результатом интенсивного развития АПК стало усиление нагрузки на агроэкосистемы, в том числе на почву.

С принятием Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года поставлена задача перейти к высокопродуктивному экологически чистому агро- и аквахозяйству, рациональному применению средств химической и биологической защиты растений и животных, хранению и эффективной переработке агропродукции, созданию безопасных и качественных продуктов питания, в том числе функциональных. Достижению этих целей и постепенному снижению экологической нагрузки способствует переход к органическим методам хозяйствования.

Рост органического производства стимулируется формированием в последние годы национальной законодательной базы в данной сфере, принятием закона «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (№ 280-ФЗ), ряда стандартов, других нормативно-правовых документов. С другой стороны, усиливается спрос населения на продукты здорового питания. Утвержденная Правительством РФ в марте 2023 года Стратегия развития органического производства в Российской Федерации до 2030 года подразумевает увеличение площадей под возделывание растениеводческой продукции к

2030 году до 3% ресурсов, задействованных в агро-секторе.

Важно отметить, что органическое растениеводство сопряжено с определенными высокими рисками. Так, из-за ограничений применения химических удобрений и средств защиты растений существует опасность распространения патогенной микрофлоры и заболеваний растений, в том числе карантинных. Переход к органическому хозяйству предполагает сохранение и улучшение не только полезных для здоровья людей свойств продовольственных продуктов, но также здоровья и плодородия почвы как компонента экологической системы.

В таких системах земледелия логичной альтернативой служат органические удобрения, но в силу логистических и экономических издержек они доступны далеко не всем фермерским хозяйствам. Для реализации потенциала систем органического земледелия и получения конкурентоспособной растениеводческой продукции нужны современные подходы [1, 2]. Технологии, применяемые в органическом производстве, основаны на достижениях биологических и агроинженерных наук и адаптированы к конкретным почвенно-климатическим условиям [3]. К важным аспектам относятся производственная и экономическая эффективность [4]. Внедряются технологии выращивания зерновых, ягодных и плодовых культур по критериям органического производства. Параллельно с этими инновациями разрабатываются и с учетом специфики органических требований совершенствуются технические средства [5].

На рынке сельскохозяйственной техники представлены новые современные модели машин: универсальный навесной культиватор-гребнеобразователь КГП-4; картофелепосадочная машина CR450M

с возможностью совмещения ряда технологических операций (подготовка почвы, посадка, гребнеобразование, опрыскивание, локальное внесение гранулированных удобрений [6, 7].

Тем не менее, остаются проблемы при возделывании органической овощной продукции, в частности картофеля (Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др. Картофель. Возделывание, уборка, хранение. М.: ООО «ДЛВ Агродело», 2016. 458 с.). Эта культура очень требовательна к структуре почвы, питательным веществам [8, 9]. Для ее выращивания необходимы новые биологические средства роста и защиты от вредителей [10]. Большую роль играет применение современных агротехнических приемов. В частности, за счет правильно выбранных схем обработки почвы можно интенсифицировать природные процессы, способствующие нормальному развитию клубней и реализации генетического потенциала картофеля [11, 12].

Еще один важный аспект, которому производители продукции «органик» должны уделять внимание, касается комплекса требований к применяемому оборудованию, его безопасности для природной среды и рациональному использованию. Общие положения получения органического сырья и готовых продуктов изложены в действующем Межгосударственном стандарте ГОСТ 33980-2016 «Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации». Стандарт регламентирует, в том числе, правила управления экосистемой в части щадящей обработки почвенного слоя пахотных земель [13, 14]. Сбережение водных ресурсов и сохранение качества воды в условиях ее общемирового дефицита и проблем засухи в большинстве регионах тоже входит в задачи управления органическим производством [15].

Важным при выращивании картофеля является уход за посадками. Междурядная обработка предполагает создание рациональных физических параметров почвы. Структура почвы должна быть мелкокомковатая, без уплотнений от ходовой части машинно-тракторных агрегатов, максимально сохранять влагу, выпадающую с атмосферными осадками [16]. Такое состояние почвы достигается при глубоком рыхлении междурядий картофельных посадок. Влиянию этого технологического приема на урожайность картофеля посвящен ряд исследований [17, 18]. Однако большинство экспериментов проводили в условиях интенсивного хозяйствования с внесением большого количества минеральных удобрений. По этой причине невозможно однозначно оценить влияние рыхления междурядий на формирование урожайности.

При постановке задачи данного исследования основной акцент был на возможности повысить урожайность картофеля путем создания рациональ-

ных параметров почвенного состояния на этапе ухода за посадками.

Цель исследования. Изучить влияние способа обработки междурядий на урожайность картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследования проходили на базе опытных полей Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП). На этой площадке в 2016 году был заложен шестипольный севооборот с целью адаптации технологий возделывания растениеводческой продукции к требованиям органического производства. Предшественником картофеля являлись многолетние травы, выращиваемые на семена. Почва опытного поля дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Использовался сорт картофеля Удача отечественной селекции. Опыт проводился без удобрений, чтобы максимально исключить этот фактор влияния на урожайность. Междурядья обрабатывали двумя способами: окучивание с боронованием пропашным культиватором КОН-2,8 + БРУ (контроль) и обработка на глубину 27 см культиватором КНО-2,8 + БРУ (опыт). Конструкция культиватора КНО-2,8 разработана в ИАЭП (рис. 1).



Рис. 1. Междурядная обработка картофеля культиватором КНО-2,8 + БРУ

Fig. 1. Inter-row potato cultivation with KNO-2.8 + BRU cultivator

Физические параметры почвенного состояния определяли с помощью цифровых средств измерений в on-line режиме с заданной дискретностью. Комплексный агромониторинг климатических параметров окружающей среды и физических показателей состояния почвы – твердости и влажности осуществлялся с помощью:

- метеостанции *Davis Vantage Pro2* (США);
- автономных станций измерения влажности и температуры почвы *Sentek COMPACT Drill & Drop TriSCAN* (90 см) (Австралия);
- пенетролога *Eijkel kamp* (Нидерланды), регистрировавшего твердость почвы на глубину до 80 см с шагом измерений 1 см, память прибора рассчитана на 500 измерений (рис. 2).



Рис. 2. Оборудование для агромониторинга (слева направо): метеостанция Davis Vantage Pro 2; Sentek COMPACT Drill & Drop TriSCAN; пенетрологгер Eijkelkamp

Fig. 2. Agromonitoring equipment (from left to right): Davis Vantage Pro 2 weather station; Sentek COMPACT Drill & Drop TriSCAN; Eijkelkamp penetrometer

Для сбора, обработки и архивирования данных разработано специальное программное обеспечение (рис. 3).

Результаты мониторинга климатических параметров окружающей среды после обработки представлены в таблице 1.

Климатические условия вегетации картофеля за исследуемый период сильно различались по средней температуре и количеству осадков. Лучшим оказался 2020 год: количество осадков в наиболее важные месяцы развития клубней оказало значительное влияние на показатели урожайности, особенно на опытных делянках, где применялась глубокая обработка междурядий. Самым засушливым стал 2021 год: средние температуры в месяцы вегетации отличались на 2-5°C, при этом количество осадков за июнь-июль принимало критические значения, что резко сказалось на урожайности. 2022 год как по распределению осадков, так и средней температуре был стабильнее предшествующего.



Рис. 3. Интерфейсы выбора экспериментального поля

Fig. 3. The interface for selecting the experimental field

При возделывании картофеля использовались технологические операции:

- отвальная зяблевая вспашка;
- предпосадочная обработка почвы культиватором для сплошной обработки почвы с зубowymi боронами;
- нарезка гребней с шириной междурядий 70 см;

Таблица 1

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД КАРТОФЕЛЯ / CLIMATIC CONDITIONS DURING POTATO GROWTH

Table 1

Месяц	Показатель	Год		
		2020	2021	2022
Май	Температура окружающей среды, °C	10,00	11,59	9,93
	Количество осадков, мм	53,03	22,2	6,08
	Гидротермический коэффициент	0,59	0,72	0,34
Июнь	Температура окружающей среды, °C	19,20	21,34	17,38
	Количество осадков, мм	129,40	16,64	47,62
	Гидротермический коэффициент	2,25	0,26	0,91
Июль	Температура окружающей среды, °C	17,60	22,61	18,61
	Количество осадков, мм	186,20	16,8	85,20
	Гидротермический коэффициент	3,41	0,25	1,47
Август	Температура окружающей среды, °C	17,21	15,92	20,01
	Количество осадков, мм	195,92	109,25	99,30
	Гидротермический коэффициент	3,80	2,36	1,66

- посадка картофеля;
- окучивание междурядий с боронованием (контроль);
- глубокая обработка междурядий с боронованием (опыт);
- обработка картофеля биологическими средствами защиты растений;
- скашивание ботвы и уборка.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Показателем, отражающим результат глубокого рыхления на уплотнение почвы, принято сопротивление пенетрации почвы. В *таблице 2*, как пример, представлены результаты измерений пенетрации почвы в 2020 году непосредственно в гребнях.

Установлено, что глубокая обработка междурядий способствует разуплотнению почвы в междурядьях и непосредственно под гребнями. Данный эффект достигается за счет распределения поперечных внутрипочвенных трещин, образующихся от воздействия почвообрабатывающих орудий. В результате улучшается аэрационная способность почвы, интенсифицируются инфильтрационные процессы, что создает благоприятные условия для развития корневой системы растений картофеля.

Зависимость влажности почвы от способа междурядной обработки представлена, как пример, за 2022 год на *рисунке 4*.

Динамика влажности почвы в зоне клубнеобразования показывает, что при глубокой обработке междурядий улучшается инфильтрационная способность почвы, аккумулирующей больше влаги, выпадающей с осадками. Наибольший эффект наблюдается при большом количестве осадков с их высокой интенсивностью. Например, в начале августа 2022 года выпало 46,2 мм осадков и влаж-

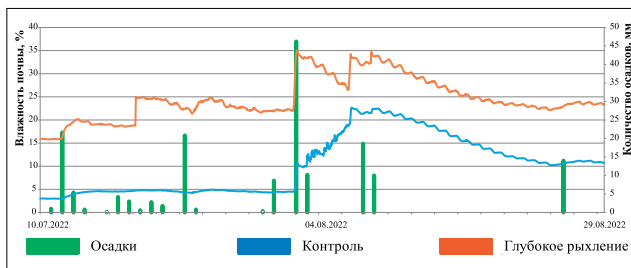


Рис. 4. Динамика влажности почвы в зоне клубнеобразования в зависимости от способа обработки междурядий

Fig. 4. Soil moisture dynamics in the tuber formation zone

ность почвы в опытной посадке картофеля увеличилась до 35%, а в контроле не превышала 10%.

Средние показатели урожайности опытных посадок картофеля (с глубоким рыхлением) в 2020, 2021 и 2022 гг. составили 19,5, 14,19 и 20,57 т/га и превысили контрольные соответственно на 5,3, 1,39 и 1,31 т/га.

Таким образом, независимо от климатических условий в разные годы эксперимента глубокое рыхление междурядий положительно сказалось на приросте урожайности при возделывании картофеля по органической технологии. В 2020 году с максимальным количеством осадков порядка 565 мм за вегетационный период глубокая обработка междурядий способствовала максимальному приросту урожайности на 27%. В 2021 году даже при сильной засухе в период клубнеобразования за счет применения глубокой обработки удалось повысить урожайность на 9,8%. Наименьший эффект от изучаемого технологического приема наблюдался в 2022 году, т.е. в отсутствие экстремальных почвенно-климатических условий прирост урожайности составил 6,3%.

Таблица 2

ДИНАМИКА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕНЕТРАЦИИ ПОЧВЫ ПО СЛОЯМ В 2020 ГОДУ, МПа
DYNAMICS OF SOIL PENETRATION RESISTANCE BY LAYERS IN 2020, MPA

Table 2

Дата	Сопротивление пенетрации почвы, МПа							
	Слой почвы, см							
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80
Контрольная посадка								
15.06.2020	0,18	0,33	1,17	2,41	3,62	3,42	2,62	2,5
23.06.2020	0,21	0,31	1,06	2,19	3,33	3,25	2,82	2,62
06.07.2020	0,39	0,76	1,98	3,12	3,9	4,81	3,89	3,1
21.07.2020	0,17	0,85	2,36	3,58	3,81	4,58	4,63	3,64
01.09.2020	0,28	0,36	1,14	2,26	3,5	3,97	3,87	3,61
Опытная посадка (глубокое рыхление междурядий)								
15.06.2020	0,18	0,27	0,66	1,38	2,66	2,96	2,34	2,24
23.06.2020	0,3	0,65	1,37	2,04	2,69	3	2,42	2,45
06.07.2020	0,31	0,47	1,53	2,86	4,23	4	3,2	3,17
21.07.2020	0,24	0,36	1,32	4,12	5,03	4,63	3,76	3,38
01.09.2020	0,33	0,4	0,79	2,18	3,82	3,77	3,27	3,48

Выводы. В ходе полевого эксперимента решалась локальная проблема технологии возделывания картофеля, а именно устранение почвенного уплотнения в междурядьях после прохода техники. Глубокая обработка междурядий способствовала увеличению инфильтрационной способности почвы, разуплотнению почвенных слоев в междурядьях и непосредственно под гребнями картофеля за счет распространения внутрпочвенных трещин, что благоприятно повлияло на рост и развитие клубней картофеля нового урожая.

В почвенно-климатических условиях юга Санкт-Петербурга при благоприятных погодных условиях возможно получить урожайность картофеля на уровне 20 т/га без использования удобрений. Безусловно, это довольно низкий показатель в сравнении с возделыванием картофеля по интенсивным технологиям. Для достижения сопоставимого результата необходимы более обширные полевые исследования по поиску способов адаптации выращивания картофеля к специфике органического производства в конкретных почвенно-климатических условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлов А.Ю., Годжаев З.А., Гришин А.П. и др. Цифровое сельское хозяйство (обзор цифровых технологий сельхозназначения) // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. N2(31). С. 41-52. EDN: JNIMAH.
2. Mie A., Andersen H.R., Gunnarsson S., Kah J. Human health implications of organic food and organic agriculture: A comprehensive review. *Environ Health*. 2017. N16. 111. DOI: 10.1186/s12940-017-0315-4.
3. Scialabba N., Müller-Lindenlauf M. Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2010. Vol. 25. Special Iss. 2. 158-169. DOI: 10.1017/S1742170510000116.
4. Van Stappen F., Lories A., Mathot M., et al. Organic versus conventional farming: the case of wheat production in Wallonia (Belgium). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 7. 272-279. DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.12.047.
5. Ахалая Б.Х., Старовойтов С.И., Ценч Ю.С. и др. Комбинированный агрегат с универсальным рабочим органом для поверхностной обработки почвы // *Техника и оборудование для села*. 2020. N8. (278). С. 8-11. DOI: 10.33267/2072-9642-2020-8-8-11.
6. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Ахалая Б.Х., Ценч Ю.С. Цифровые технологии в почвообработке // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. N1(30). С.191-197. EDN: ZAWQJF.
7. Измайлов А.Ю., Колчин Н.Н., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г. Современные технологии и специальная техника для картофелеводства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2015. N2. С. 45-48. EDN: TTLVUJ.
8. Колчин Н.Н., Пономарев А.Г., Зернов В.Н. Новая техника для картофелеводства // *Картофель и овощи*. 2019. N6. С. 26-29. DOI: 10.25630/PAV.2019.77.31.006. EDN: WRHNAE.
9. Novikova I., Minin V., Titova J., et al. New polyfunctional biorationals use to achieve competitive yield of organic potatoes in the North-West Russian ecosystem. *Plants*. 2022. 11(7). 962. DOI: 10.3390/plants11070962. EDN: JPSKOO.
10. Novikova I.I., Minin V.B., Titova J.A., et al. Biological effectiveness of a new multifunctional biopesticide in the protection of organic potatoes from diseases. *Agronomy*. 2021. 19(3). 1617-1626. DOI: 10.15159/AR.21.135. EDN: HUJIPS.
11. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К. Влияние различных факторов на формирование урожая и качество продукции картофеля // *Аграрный вестник Урала*. 2021. N4 (207). С. 34-42. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-34-42.
12. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С. и др. О синтезе роботизированного сельскохозяйственного мобильного агрегата // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2019. N4. С.63-68. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/63-68>.
13. Калинин А.Б., Устроенов А.А., Теплинский И.З., Мурзаев Е.А. Исследование приемов разуплотнения почвы в технологии возделывания картофеля // *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2019. N2(99). С. 101-109. DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10154.
14. Руденко Н.Е., Носов И.А., Кайванов С.Д., Петухов Д.А. Ресурсосберегающий пропашной культиватор // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. N4. С. 31-36. DOI: 10.22314/207375992017.4.3136. EDN: ZEHDP.
15. Obidiegwu J.E., Bryan G.J., Jones H.G., Prashar A. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 6. 00542. DOI: 10.3389/fpls.2015.00542.
16. Захаров А.М., Мурзаев Е.А. Зависимость физических параметров почвенного состояния от способа междурядной обработки посадок органического картофеля // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2022. 1(65). С. 408-418. DOI:10.32786/2071-9485-2022-01-40. EDN: TKLLIQ.
17. Лапшинов Н.А. Урожайность картофеля в зависимости от влагообеспеченности // *Достижения науки и техники в АПК*. 2009. N3. С. 26-28. EDN: KKOFP.
18. Kalinin A., Teplinsky I., Ustroeov A. Substantiation of tillage methods aimed at rational usage of water resources. *Engineering for Rural Development: Proceedings*. Jelgava. 2018. Vol. 17. 392-399. DOI: 10.22616/ERDev2018.17. N517.

REFERENCES

1. Izmaylov A.Yu., Godzhaev Z.A., Grishin A.P. et al. Digital agriculture (review of agricultural digital technologies). *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*. 2019. N2(31). 41-52 (In Russian). EDN: JNIMAH.
2. Mie A., Andersen H.R., Gunnarsson S., Kah J. Human health implications of organic food and organic agriculture: A comprehensive review. *Environ Health*. 2017. N16. 111 (In English). DOI: 10.1186/s12940-017-0315-4.
3. Scialabba N., Müller-Lindenlauf M. Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2010. Vol. 25. Special Iss. 2. 158-169 (In English). DOI: 10.1017/S1742170510000116.
4. Van Stappen F., Lories A., Mathot M., et al. Organic versus conventional farming: the case of wheat production in Wallonia (Belgium). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 7. 272-279 (In English). DOI: 10.1016/j.aaspro.2015.12.047.
5. Akhalaya B.Kh., Starovoytov S.I., Tsench Yu.S., Shogenov Yu.Kh., Adamiya L.S. Combined unit with a universal working body for surface tillage. *Machinery and equipment for rural area*. 2020. N8(278). 8-11 (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2020-8-8-11.
6. Lobachevskiy Ya.P., Starovoytov S.I., Akhalaya B.Kh., Tsench Yu.S. Digital technologies in pochvoobrabotke. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*. 2019. N1(30). 191-197 (In Russian). EDN: ZAWQJF.
7. Izmaylov A.Yu., Kolchin N.N., Lobachevskiy Ya.P., Kynev N.G. Modern technologies and special equipment for potato production. *Agricultural machinery and technologies*. 2015. N2. 45-48. (In Russian). EDN: TTLVUJ.
8. Kolchin N.N., Ponomarev A.G., Zernov V.N. New machinery for potato growing. *Potato and vegetables*. 2019. N6. 26-29 (In Russian). DOI: 10.25630/PAV.2019.77.31.006. EDN: WRHHAЕ.
9. Novikova I., Minin V., Titova J. et al. New polyfunctional biorationals use to achieve competitive yield of organic potatoes in the North-West Russian ecosystem. *Plants*. 2022. 11(7). 962 (In English). DOI: 10.3390/plants11070962. EDN: JPSKOO.
10. Novikova I.I., Minin V.B., Titova J.A. et al. Biological effectiveness of a new multifunctional biopesticide in the protection of organic potatoes from diseases. *Agronomy Research*. 2021. 19(3). 1617-1626 (In English). DOI: 10.15159/AR.21.135. EDN: HUJIPS.
11. Petrova L.I., Mitrofanov Yu.I., Gulyaev M.V., Pervushina N.K. Influence of various factors on crop formation and potato quality. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. N4(207). 34-42 (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-34-42.
12. Izmaylov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Tsench Yu.S. et al. About synthesis of robotic agriculture mobile machine. *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2019. N4. 63-68 (In Russian). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/63-68>.
13. Kalinin A.B., Ustroeв A.A., Teplinskiy I.Z., Murzaev E.A. Study of soil de-compaction methods in potato cultivation technologies. *AgroEcoEngineering*. 2019. N2(99). 101-109 (In Russian). DOI: 10.24411/0131-5226-2019-10154.
14. Rudenko N.E., Nosov I.A., Kayvanov S.D., Petukhov D.A. Resource-saving inter-row cultivator. *Agricultural machinery and technologies*. 2017. N4. 31-36 (In Russian). DOI: 10.22314/207375992017.4.3136. EDN: ZEHDZP.
15. Obidiegwu J.E., Bryan G.J., Jones H.G., Prashar A. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Frontiers in Plant Science*. 2015. Vol. 6. 00542 (In English). DOI: 10.3389/fpls.2015.00542.
16. Zakharov A.M., Murzaev E.A. The dependence of the physical parameters of the soil condition on the method of inter-row cultivation of plantings of organic potatoes. *Izvestiya of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2022. 1(65). 408-418 (In Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2022-01-40. EDN: TKLLIQ.
17. Lapshinov N.A. Productivity of the potato depending on ground vlagoobespechennosti. *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*. 2009. N3. 26-28 (In Russian). EDN: KKOFPF.
18. Kalinin A., Teplinsky I., Ustroeв A. Substantiation of tillage methods aimed at rational usage of water resources. *Engineering for Rural Development: Proceedings*. Jelgava. 2018. Vol. 17. 392-399 (In English). DOI: 10.22616/ERDev2018.17.N517.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Заявленный вклад соавторов:

Захаров А.М. – научное руководство исследованием, постановка цели исследования, анализ отечественных и зарубежных литературных источников по проблеме, представленной в публикации, формулировка выводов;
Murzaev E.A. – постановка и проведение полевых экспериментальных исследований, работа со статистическими данными, проведение вычислений, анализ результатов.
Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Coauthors' contribution:

Zakharov A.M. – scientific supervision, formulating research goals, literature review (domestic and foreign), formulating conclusions;
Murzaev E.A. – field experiment design and implementation, handling statistical data, calculations, result analysis.
The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

02.10.2023

10.11.2023