

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 635.24:631.17:577.11

<https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-3-54-63>

Эффективность технологии возделывания топинамбура с использованием влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров

В.А. Бызов¹, А.А. Манохина², В.И. Старовойтов³, О.А. Старовойтова⁴, Н.В. Воронов⁵

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалсодержащего сырья – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»; п. Красково, Россия

² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; г. Москва, Россия

^{3,4} Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха; п. Красково, Россия

⁵ Российский государственный гидрометеорологический университет; г. Санкт-Петербург, Россия

¹ byzov1966@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1918-4455>

² a.manokhina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9785-1164>

³ agronir1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9365-7631>

⁴ agronir2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-6579>

⁵ 7777777@mail.ru

Аннотация. Топинамбур – влаголюбивая культура. При отсутствии возможности проведения поливных работ на полях с посадками топинамбура предлагаем применить усовершенствованную технологию его возделывания. Цель исследований – выявить влияние технологии выращивания топинамбура с использованием влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров (САП) «Аквазин-Агро» в сочетании с дозами минеральных удобрений на урожайность клубней топинамбура сорта Омский белый. Эксперимент проводили в ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха в течение 2017...2019 гг. на дерново-слабоподзолистой супесчаной почве в соответствии с требованиями методики полевого опыта Б.А. Доспехова и методики проведения исследований по культуре топинамбура. Эксперимент включал в себя 4 фона локального внесения минеральных удобрений при посадке (от 0 до 562,5 кг/га) и 5 доз САП при междурядной механической обработке (от 0 до 200 кг/га). При контроле минеральные удобрения и САП не вносили. В результате исследований разработали технологию для супесчаной почвы, которая включает в себя следующие основные операции: осеннюю зяблевую вспашку; весной – дискование тяжелой бороной и нарезку гребней; посадку с одновременным локальным внесением минеральных удобрений в дозе 375...562,5 кг/га; три междурядных механизированных обработки посадок; при первом механизированном уходе – локальное внесение суперабсорбирующих полимеров (САП) Аквазин (Агро) в сухую погоду на глубину 4...6 см в дозе 150...200 кг/га; визуальный осмотр посадок на наличие болезней и вредителей с последующим устранением в случае их обнаружения; скашивание зеленой массы через 5 месяцев после посадки; через 2 недели после скашивания зеленой массы – уборку клубней. Выполнение предложенных элементов технологии позволяет получить урожайность клубней топинамбура более 38,7...39,9 т/га при контроле 18,9 т/га и условный чистый доход в размере 250,6...267,8 тыс. руб/га. Необходимо продолжить исследования в данном направлении с изучением влияния сочетания технологического воздействия САП и минеральных удобрений, в том числе при одновременном локальном внесении.

Ключевые слова: топинамбур; технология возделывания топинамбура; минеральные удобрения; влагоудерживающие суперабсорбирующие полимеры; Аквазин-Агро; урожайность клубней топинамбура; условный чистый доход

Для цитирования: Бызов В.А., Манохина А.А., Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Воронов Н.В. Эффективность технологии возделывания топинамбура с использованием влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров // Агроинженерия. 2025. Т. 27, № 3. С. 54-63. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-3-54-63>

ORIGINAL ARTICLE

Effectiveness of Jerusalem artichoke cultivation technology using moisture-retaining superabsorbent polymers

V.A. Byzov¹, A.A. Manokhina², V.I. Starovoitov³, O.A. Starovoitova⁴, N.V. Voronov⁵

¹ VNIK – Branch of Russian Potato Research Centre; Kraskovo, Moscow region, Russia

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Moscow, Russia

^{3,4} Russian Potato Research Centre (RCPR); Kraskovo, Moscow region, Russia

⁵ Russian State Hydrometeorological University; Saint-Petersburg, Russia

¹ byzov1966@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1918-4455>

² a.manokhina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9785-1164>

³ agronir1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9365-7631>

⁴ agronir2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-6579>

⁵ 7777777@mail.ru

Abstract. Jerusalem artichoke is a hygrophilous (moisture-loving) crop. If irrigation works are impossible in fields with Jerusalem artichoke plantings, it is feasible to apply an improved technology of Jerusalem artichoke cultivation. The aim of the study was to identify the effect of Jerusalem artichoke cultivation technology using moisture-retaining superabsorbent polymers (SAP) “Aquasin-Agro” in combination with doses of mineral fertilizers on the yield of Jerusalem artichoke tubers of the Omsk White variety. The experiment was conducted at A.G. Lorch Potato Research Center in the period between 2017 and 2019. on sod-slightly podzolic sandy loam soil in accordance with the requirements of B.A. Dospekhov’s field experience methodology and methods of conducting research on Jerusalem artichoke crops. The experiment included four backgrounds of local application of mineral fertilizers during planting (from 0 kg/ha to 562.5 kg/ha) and five doses of SAP during row-to-row mechanized treatment (from 0 to 200 kg/ha). No mineral fertilizers or SAP were applied during the control (0 kg/ha). As a result of the research, the authors have a technology for sandy loam soil. The technology includes the following basic operations: autumn winter plowing; spring disking with a heavy harrow and cutting ridges; planting with simultaneous local application of mineral fertilizers at a dose of 375 kg/ha to 562.5 kg/ha; three row-by-row mechanized plantings; during the first mechanized care, local application of superabsorbent polymers (SAP) Aquasin (Agro) in dry weather to a depth of 4-6 cm at a dose of 150-200 kg/ha; visual inspection of plantings for diseases and pests, followed by their elimination if found; mowing of the green mass five months after planting, and the harvesting of tubers two weeks after mowing of the green mass. The implementation of the proposed technology elements makes it possible to obtain a yield of Jerusalem artichoke tubers of more than 38.7 to 39.9 t/ha with a control of 18.9 t/ha and a conditional net income ranging between 250.6 and 267.8 thousand rubles/ha. It is necessary to carry out further research to study of the effects of a combination of technological effects of SAP and mineral fertilizers, including simultaneous local application.

Keywords: Jerusalem artichoke; mineral fertilizers; moisture-retaining superabsorbent polymers; Aquasin-Agro; Jerusalem artichoke tuber yield; conditional net income

For citation: Byzov V.A., Manokhina A.A., Starovoitov V.I., Starovoitova O.A., Voronov N.V. Effectiveness of Jerusalem artichoke cultivation technology using moisture-retaining superabsorbent polymers. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2025;27(3):54-63 (In Russ.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-3-54-63>

Введение

Топинамбур является эффективной энергобиологической культурой как для сельскохозяйственных животных, так и для людей [1, 2]. В средней полосе России этот овощ можно выкапывать с середины апреля – начале мая, когда другие овощи еще не выросли.

Изучением этой культуры занимаются во многих регионах РФ: в областях Якутии [3] и Карелии [4]), в предгорной зоне Республики Северная Осетия-Алания [5], в лесостепи Западной

Сибири [6] и Свердловской области [7], в условиях выщелоченных черноземов лесостепи Среднего Поволжья [8] и др.

Топинамбур – влаголюбивая культура, поэтому необходимо обеспечить его посадки влагой. В условиях изменяющегося климата и отсутствия возможности проведения поливных работ на полях с посадками топинамбура возможно применение суперабсорбирующих полимеров (САП), широко используемых при выращивании культур в разных странах [9-12].

Цель исследований: выявить влияние технологии выращивания топинамбура с использованием влагоудерживающих суперабсорбирующих полимеров (САП) «Аквасин-Агро» в сочетании с дозами минеральных удобрений на урожайность клубней топинамбура сорта Омский белый.

Материалы и методы

Эксперимент проводили в ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» в течение 2015-2025 гг. Для определения эффективности суперабсорбентов выбрали трехлетний период (2017-2019 гг.) с наибольшим контрастом по влагообеспеченности. Опыты проводили на дерново-слабоподзолистой супесчаной почве: с высокой обменной и гидролитической кислотностью ($pH_{KCl} = 4,4...4,9$; $Hg = 3,3...4,8$ мг-экв/100 г почвы); низкой суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими ($S = 1,5...3,9$ мг-экв/100 г почвы; $V = 31,0...46,8\%$); высоким содержанием подвижного фосфора (267...354 мг/кг почвы); низким содержанием обменного калия (95...136 мг/кг почвы) и низкой гумусированностью (1,6...1,9% гумуса). Опыт закладывали согласно схеме методом систематического размещения делянок в четырехкратной повторности [9].

Агрометеорологические условия вегетационных периодов оказались разными: 2017 г. – удовлетворительные для роста и развития топинамбура; 2018 г. – неудовлетворительные; 2019 г. – относительно удовлетворительные, так как в фазу начала клубнеобразования отмечена длительная (более 2 недель) засуха. Средняя температура воздуха за вегетационный период в 2017 г. составила 16,2 °С, в 2018 г. – 18,7 °С, в 2019 г. – 17,4 °С. За период вегетации 2017 г. выпало 378,4 мм осадков (145,3% от нормы); в 2018 г. – 205,9 мм (79,04% от нормы); в 2019 г. – 292,3 мм (112,2% от нормы). Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 1833,4; 2318,03; 2126,18 °С соответственно. Гидротермический коэффициент по Селянинову (ГТК), определяемый делением суммы осадков за расчетный период на сумму эффективных (>10 °С) температур, уменьшенную в 10 раз за этот же период, был равен: в 2017 г. – 2,10; в 2018 г. – 0,94; в 2019 г. – 1,49. Данные метеословий подтверждают увеличение неравномерности уровня выпадения осадков, учащение засушливых периодов, повышение средней температуры воздуха по сравнению с данными среднесезонных сведений прошлого века. Это отрицательно влияет на производство сельскохозяйственных культур, в том числе топинамбура.

Технология возделывания топинамбура включала в себя осеннюю зяблеву

вспашку (ПЛН-3-35+МТЗ-82); весной – дискование тяжелой бороной (БДТ-3+МТЗ-82) и нарезку гребней (КРН-4,2+МТЗ-82). В опыте локальное внесение минеральных удобрений в запланированных дозах выполняли агрегатом КРН-4,2+МТЗ-82.

Посадку топинамбура сорта Омский белый проводили картофелесажалкой с ручной подачей клубней СН 4 БК, агрегируемой с тракторами класса 1,4 (МТЗ-80/82, МТЗ-100/102), согласно стандартной технологии рядковой посадки пророщенных и непророщенных клубней топинамбура с одновременным внесением минеральных удобрений на всех типах почв и зон возделывания картофеля. Ширина междурядий составляла 75 см, густота посадки – 40 тыс. шт/га, площадь делянки – 25 м². Междурядную обработку выполняли культиватором-окучником навесным КРН-4,2; можно применить также культиватор КОН-2,8. Скашивание зеленой массы осуществляли косилкой-измельчителем роторной КИР-1,5. Уборку клубней проводили с помощью картофелекопателя КТН-2В с последующим подбором вручную. Дозу суперабсорбирующих полимеров рассчитывали по формуле:

$$D = [10000 \cdot N / (Ш \cdot P)] \cdot 10 = N / (Ш \cdot P) 10^5, \quad (1)$$

где D – доза суперабсорбирующих полимеров, кг/га; N – рекомендуемая норма, г/куст; $Ш$ – ширина междурядий, см; P – расстояние между клубнями в ряду, см.

Факторы

Фактор А – Фон минеральных удобрений (при посадке): 0 кг/га ($N_0 P_0 K_0$), 187,5 кг/га ($N_{30} P_{30} K_{30}$), 375 кг/га ($N_{60} P_{60} K_{60}$), 562,5 кг/га ($N_{90} P_{90} K_{90}$);

Фактор Б – Дозы суперабсорбирующих полимеров (САП) при междурядной механической обработке посадок: 0, 50, 100, 150, 200 кг/га.

Контроль – без минеральных удобрений и без внесения САП.

В опыте использовали суперабсорбирующие полимеры (САП) Аквасин (Агро) – сшитый сополимер калиевой и аммонийной солей акриловой кислоты в виде сыпучих белых гранул, разработанный компанией ООО «ПКФ Сингер» при поддержке ПАО «Газнефтехиминвест-холдинг» [9].

Влагоудерживающие суперабсорбирующие полимеры (САП) «Аквасин-Агро» являются эффективным поглотителем влаги, в том числе из воздуха, поэтому поставляются потребителям в герметичной упаковке разного веса. Вскрывать упаковку нужно непосредственно перед внесением в почву. Желательно вносить САП в сухую погоду на глубину 4...6 см, иначе гранулы могут «всплыть из почвы» на поверхность и снизить эффективность водопоглощения.

Топинамбур при посадке имеет свой запас влаги в материнском клубне, при посадке нет необходимости его поливать. Накопление влаги в зоне корневой системы будет происходить за счет как полива, так и осадков. Водный абсорбент вносится культиватором локально вместе с минеральными удобрениями на уходе, хотя можно вносить локально и сажалками при посадке. В любом случае необходимо использовать подкормочные приспособления или бункеры для внесения удобрений с ворошилками.

Закладка опыта, учеты и наблюдения проведены в соответствии с требованиями методики полевого опыта Б.А. Доспехова и «Методики проведения исследований по культуре топинамбура» [13].

Результаты и их обсуждение

Агротехнологии растениеводства являются уязвимыми и сильно зависят от воздействия складывающихся погодных условий. В связи с этим необходимо пересмотр существующих технологий и введение новых адаптационных технологий, а также изменение и дополнение технологических процессов в существующие технологии. Поскольку опыт выполняли в течение более трех лет, то предварительно мы провели обобщенный анализ гидротермического коэффициента (ГТК) за период вегетации по годам (табл. 1). Оказалось, что условия выращивания в годы исследований были разными: от 0,89 (2018 г.) до 2,16 (2016 г.). Средняя урожайность по годам также колебалась: от 23,7 т/га (2022 г.) до 43,3 т/га (2016 г.). Задаваясь тремя уровнями групп климатических условий (благоприятные, неблагоприятные и промежуточные), мы выбрали наиболее представительный трехлетний период (2017-2019 гг.) с совершенно разными метеорологическими условиями в соответствии с методом, рекомендуемым сотрудниками РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева [14].

Важным фактором, обуславливающим урожайность, является влажность почвы, напрямую зависящая от метеоусловий. В проведенном нами опыте по влиянию САП на фоне минеральных удобрений на урожайность клубней топинамбура сорта Омский белый получены результаты, представленные в таблице 2. Усредненная урожайность клубней топинамбура по всем вариантам варьировалась по годам: 42,4 т/га (2017 г.); 24,0 т/га (2018 г.); 28,9 т/га (2019 г.).

На формирование урожая топинамбура значительно влияет внесение разных доз минеральных удобрений. Для разработки рекомендаций по настройке открития окна тукобрасывателем агрегата для высева минеральных удобрений (Фактор А) на получение более высокой урожайности клубней топинамбура мы провели испытания с четырьмя дозами удобрений. По результатам опыта в контрольном варианте без внесения минеральных удобрений (0 кг/га) усредненная урожайность клубней сорта Омский белый составила 29,4 т/га в 2017 г., 18,4 т/га в 2018 г., 21,6 т/га в 2019 г., в то время как на фоне внесения удобрений в дозе 187,5 кг/га – 42,5; 23,6; 27,4 т/га соответственно; на фоне удобрений 375 кг/га – 47,2; 28,7 и 32,3 т/га; на фоне удобрений 562,5 кг/га – 49,4; 25,1 и 34,2 т/га (рис. 1). Отметим, что наибольшая усредненная урожайность клубней топинамбура наблюдалась на фонах 375 кг/га и 562,5 кг/га.

Известно, что применение САП может значительно повлиять на урожайность. Но поскольку они пока являются недешевыми, необходимо выявить наименьшую достаточную дозу для повышения эффективности выполнения технологии. Нами проведены испытания с пятью дозами САП на разных фонах минеральных удобрений. При этом мы разделили выполнение этих операций: минеральные удобрения вносили при посадке, а САП – при уходе за посадками. Применение технологического

Гидротермический коэффициент и средняя урожайность клубней топинамбура в годы исследований

Таблица 1

Hydrothermal coefficient (HTC) and average yield of Jerusalem artichoke tubers in the years of research

Table 1

Показатель <i>Indicator</i>	Год / Year									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ГТК / HTC	1,46	2,16	2,06	0,89	1,49	2,10	1,10	0,95	1,22	1,20
Средняя урожайность, т/га / Average yield, t/ha	27,8	43,3	42,1	24,0	28,9	42,3	24,6	23,7	26,3	26,3
НСР ₀₅ , общ. / LSD ₀₅ total	2,56	8,43	8,25	4,36	1,94	8,06	1,66	1,76	2,02	1,99

¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е, доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

² Гаспарян И.Н., Левшин А.Г., Ивашова О.Н. и др. Лучшие практики применения технологий по адаптации отрасли растениеводства к изменениям климата: Монография / И.Н. Гаспарян, А.Г. Левшин, О.Н. Ивашова, А.В. Гончаров, Н.Ф. Денискина, Ш.В. Гаспарян. М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. 196 с. EDN: TLTRVI.

Таблица 2

**Урожайность клубней топинамбура сорта Омский белый в зависимости от применения (САП)
на фоне минеральных удобрений, т/га**

Table 2

**Yield of Jerusalem artichoke tubers of the Omsk White variety depending on the SAP application
on the background of mineral fertilizers, t/ha**

Фон удобрений, кг/га / Fertilizer background, kg/ha	Доза САП, кг/га / SAP dose, kg/ha	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее Average	± к контролю Average ± to control	
						т/га	%
0	Контроль 0,0	23,9	15,2	17,5	18,9	0	0
	50,0	25,8	16,2	19,1	20,4	1,5	7,8
	100,0	26,9	17,9	22,2	22,3	3,4	18,2
	150,0	33,4	20,3	23,9	25,9	7,0	36,9
	200,0	37,2	22,5	25,4	28,4	9,5	50,1
Среднее по дозе удобрений / Average for the fertilizer dose		29,4	18,4	21,6	23,2	–	–
187,5	0,0	39,6	21,6	25,7	29,0	0	0
	50,0	42,1	23,1	26,8	30,7	11,8	62,3
	100,0	42,8	23,9	27,2	31,3	12,4	65,6
	150,0	43,8	24,5	28,0	32,1	13,2	69,8
	200,0	44,1	25,0	29,5	32,9	14,0	73,9
Среднее по дозе удобрений / Average for the fertilizer dose		42,5	23,6	27,4	31,2	–	–
375	0,0	45,2	25,9	29,8	33,6	0	0
	50,0	45,6	26,4	31,0	34,3	15,4	81,7
	100,0	47,1	28,9	32,5	36,2	17,3	91,4
	150,0	48,5	30,8	33,0	37,4	18,5	98,1
	200,0	49,6	31,4	35,2	38,7	19,8	104,9
Среднее по дозе удобрений / Average for the fertilizer dose		47,2	28,7	32,3	36,0	–	–
562,5	0,0	47,9	21,5	31,0	33,5	0	0
	50,0	48,6	23,6	32,9	35,0	16,1	85,4
	100,0	49,7	24,2	33,4	35,8	16,9	89,2
	150,0	49,8	26,4	34,8	37,0	18,1	95,8
	200,0	51,2	29,9	38,7	39,9	21,0	111,3
Среднее по дозе удобрений / Average for the fertilizer dose		49,4	25,1	34,2	36,2	–	–
Среднее за год / Average for the year		42,1	24,0	28,9	–	–	–
НСР ₀₅ , общее / LSD ₀₅ , total		8,25	4,36	5,35	–	–	–
НСР ₀₅ , удобрения / LSD ₀₅ , fertilizer		7,75	3,69	4,86	–	–	–
НСР ₀₅ , САП / LSD ₀₅ , SAP		1,94	1,84	1,74	–	–	–

приема с внесением разных доз САП также повлияло на увеличение урожайности клубней топинамбура сорта Омский белый. Усредненная урожайность клубней возросла с 28,7 т/га (без внесения САП) до 35,0 т/га при внесении суперабсорбентов в дозе 200,0 кг/га (рис. 2). Наибольшей урожайностью топинамбура оказалась в варианте с внесением САП в дозе 150...200 кг/га на высоком фоне удобрений 375 и 562,5 кг/га. Так, в среднем за 2017-2019 гг. получена урожайность 37,0...39,9 т/га, что выше урожайности в контроле на 18,1...21,0 т/га (95,8...111,3%).

Полученные данные показывают, что при благоприятных метеорологических условиях клубни топинамбура более отзывчивы к увеличению доз минеральных удобрений, чем к увеличению дозы САП. Наибольшая средняя за 3 года урожайность клубней топинамбура (более 35,0 т/га) наблюдалась на фонах удобрений 375 кг/га с дозой САП 100...200 кг/га и 562,5 кг/га с дозой САП 50...200 кг/га.

Отметим, с увеличением дозы минеральных удобрений выявлены увеличение затрат и снижение себестоимости (табл. 3): в контроле (без удобрений)

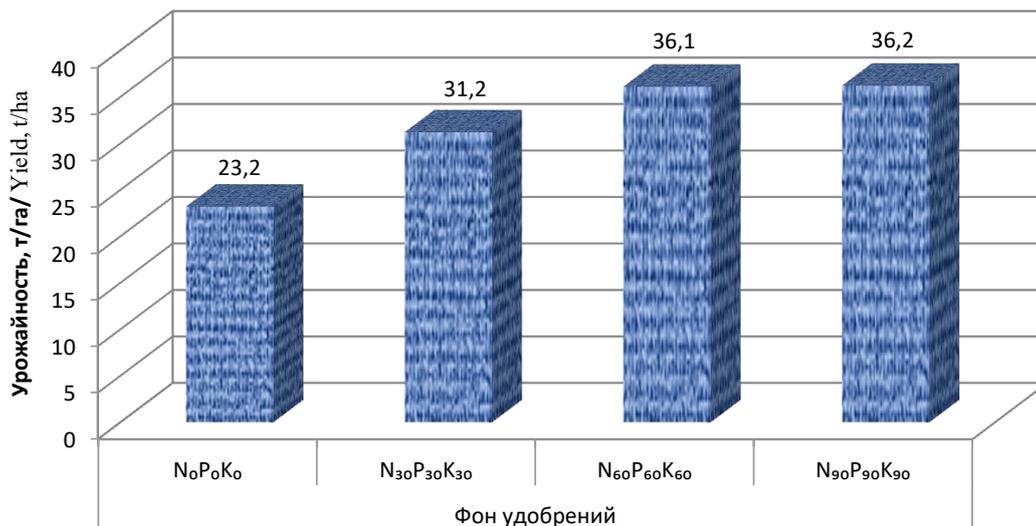


Рис. 1. Усредненная урожайность клубней топинамбура сорта Омский белый в зависимости от фона минеральных удобрений, т/га (2017-2019 гг.)

Fig. 1. Average yield of Jerusalem artichoke tubers of the Omsk White variety depending on the background of mineral fertilizers, t/ha (2017-2019)

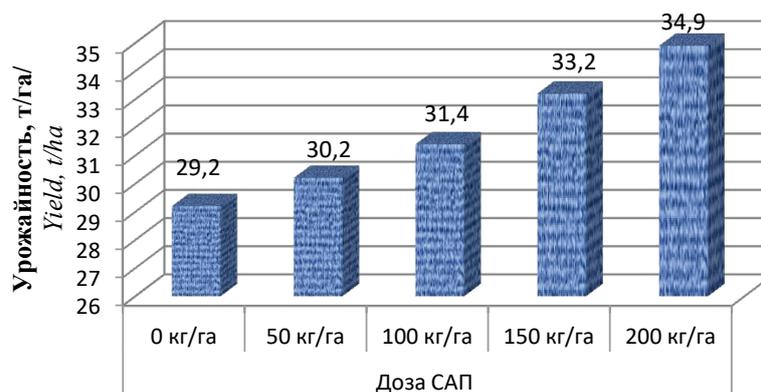


Рис. 2. Усредненная урожайность клубней топинамбура сорта Омский белый в зависимости от применяемой дозы САП, т/га (2017-2019 гг.)

Fig. 2. Average yield of Jerusalem artichoke tubers of the Omsk White variety depending on the applied dose of SAP, t/ha (2017-2019)

себестоимость составила 8,00 руб/кг; в вариантах с применением САП и без удобрений – 6,90...7,96 руб/кг; на фоне N₃₀P₃₀K₃₀ -5,24...5,98 руб/кг; на фоне N₆₀P₆₀K₆₀ -4,55...5,11 руб/кг; на фоне N₉₀P₉₀K₉₀ -4,59...5,06 руб/кг.

Отметим, что наибольший условный чистый доход получен в вариантах с внесением минеральных удобрений в дозе 375 кг/га.

Несмотря на высокую стоимость суперабсорбирующих полимеров (224 тыс. руб/1,0 т), можно получить высокий условный чистый доход (УЧД). По мере увеличения дозы минеральных удобрений в вариантах без внесения суперабсорбирующих полимеров УЧД составил 150,7; 218,9 и 216,6 тыс. руб/га соответственно. В вариантах с внесением САП в количестве 50 кг/га УЧД составил

11,3; 165,0; 218,2 и 227,9 тыс. руб/га; при внесении САП в дозе 100 кг/га – 28,6; 162,8; 235,5 и 228,7 тыс. руб/га соответственно. В вариантах с внесением 150 кг/га УЧД составил 71,4; 163,6; 242,3 и 235,5 тыс. руб/га.

Наибольший усредненный условный доход (выручка минус затраты) в зависимости от фона удобрений 365,4 тыс. руб/га получен в вариантах с дозой 375 кг/га и 367,6 тыс. руб/га при внесении 562,5 кг/га (рис. 3).

Наилучшие сочетания фона минерального питания и доз САП по сравнению с вариантом без удобрений и без САП (контроль) представлены на рисунке 4.

Максимальный условный доход в размере 382,9 и 400,1 тыс. руб/га наблюдался в вариантах с внесением САП при междурядной обработке в дозе 200,0 кг/га на фоне удобрений 375 кг/га и 562,5 кг/га.

Таблица 3

Экономическая эффективность технологических воздействий (дозы удобрений и суперабсорбентов) при выращивании клубней топинамбура сорта Омский белый в Московской области (2017-2019 гг.)

Table 3

Economic efficiency of technological effects (doses of fertilizers and superabsorbents) in the cultivation of Jerusalem artichoke tubers of the Omsk White variety in the Moscow region (2017-2019)

Фон удобрений, кг/га <i>Fertilizer background, kg/ha</i>	Доза САП, кг/га <i>SAP dose, kg/ha</i>	Общие затраты, тыс. руб/га <i>Total costs, thousand rubles/ha</i>	Себестоимость, тыс. руб/т <i>Cost price, thousand rubles/t</i>	Выручка, тыс. руб/га <i>Revenue, thousand rubles/ha</i>	Рентабельность, % <i>Profitability, %</i>	Условный доход, тыс. руб/га <i>Conditional income, thousand rubles/ha</i>	Условный чистый доход, тыс. руб/га <i>Conditional net income, thousand rubles/ha</i>
Контроль (без удобрений) <i>Control (without fertilizers)</i>	0,0	151,2	8,00	283,5	187,5	132,3	0,0
Без удобрений <i>Without fertilizers</i>	50,0	162,4	7,96	306,0	188,4	143,6	11,3
	100,0	173,6	7,78	334,5	192,7	160,9	28,6
	150,0	184,8	7,14	388,5	210,2	203,7	71,4
	200,0	196,0	6,90	426,0	217,3	230,0	97,7
187,5	0,0	152,0	5,24	435,0	286,2	283,0	150,7
	50,0	163,2	5,32	460,5	282,2	297,3	165,0
	100,0	174,4	5,57	469,5	269,2	295,1	162,8
	150,0	185,6	5,78	481,5	259,4	295,9	163,6
	200,0	196,8	5,98	493,5	250,8	296,7	164,4
375	0,0	152,8	4,55	504,0	329,8	351,2	218,9
	50,0	164,0	4,78	514,5	313,7	350,5	218,2
	100,0	175,2	4,84	543,0	309,9	367,8	235,5
	150,0	186,4	4,98	561,0	301,0	374,6	242,3
	200,0	197,6	5,11	580,5	293,8	382,9	250,6
562,5	0,0	153,6	4,59	502,5	327,1	348,9	216,6
	50,0	164,8	4,71	525,0	318,6	360,2	227,9
	100,0	176,0	4,92	537,0	305,1	361,0	228,7
	150,0	187,2	5,06	555,0	296,5	367,8	235,5
	200,0	198,4	4,97	598,5	301,7	400,1	267,8
Среднее, за год <i>Average, for the year</i>		174,8	5,71	475,0	272,1	300,2	–
НСР₀₅, общ. / LSD₀₅, total.		15,86	1,15	87,00	46,78	81,55	–

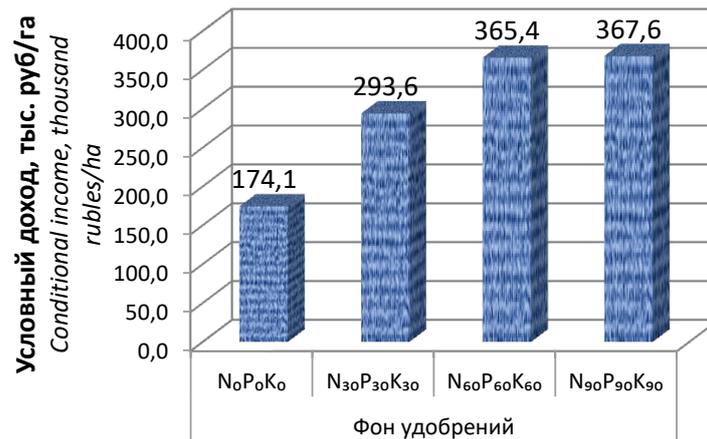


Рис. 3. Усредненный условный доход в зависимости от фона минеральных удобрений, т/га (2017-2019 гг.)

Fig. 3. Average conditional income depending on mineral fertilizer background, t/ha (2017-2019)

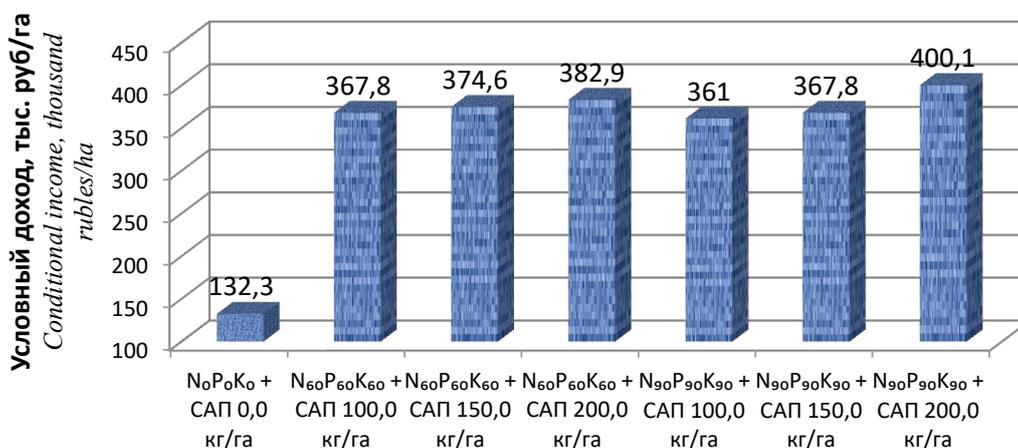


Рис. 4. Усредненный условный доход лучших вариантов по сравнению с контролем (2017-2019 гг.)

Fig. 4. Average conditional yield of the best variants compared to the control (2017-2019)

Выводы

1. В среднем за 2017-2019 гг. новая технология возделывания топинамбура с локальным внесением минеральных удобрений и САП позволила получить 36...40 т/га клубней по сравнению с контролем 23,3 т/га.

2. Технология для супесчаной почвы включает в себя следующие основные операции: осеннюю зяблевую вспашку; весной – дискование тяжелой бороной и нарезку гребней; посадку с одновременным локальным внесением минеральных удобрений в дозе 375 кг/га (N₆₀ P₆₀ K₆₀) или 562,5 кг/га (N₉₀ P₉₀ K₉₀); три междурядных механизированных обработки посадок; при первом механизированном уходе – локальное внесение суперабсорбирующих полимеров (САП) Аквасин (Агро) в сухую погоду на глубину 4...6 см в дозе 150...200 кг/га; визуальный осмотр

посадок на наличие болезней и вредителей с последующим устранением в случае их обнаружения; скашивание зеленой массы через 5 месяцев после посадки; через 2 недели после скашивания зеленой массы – уборку клубней. Выполнение предложенных элементов технологии позволяет получить условный (выручка минус расходы) доход в размере 382,9...400,1 тыс. руб/га.

3. В связи с изменением климатических условий значительно увеличивается количество засушливых периодов, и влагосбережение становится актуальной задачей. Одним из эффективных технологических приемов является применение САП в сочетании с минеральными удобрениями. Необходимо продолжить исследования в данном направлении с изучением влияния сочетания технологического воздействия САП и минеральных удобрений, в том числе при одновременном локальном внесении.

Список источников

1. Коротков В.Д., Масловский С.А., Винокурова Е.В. Сравнительная оценка современных сортов топинамбура как сырья для производства инулина // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов XX Международной научно-практической конференции (шифр – МКСТР), Москва, 2023. М.: ООО «Издательство АЛЕФ», 2023. С. 89-93. <https://doi.org/110.34755/IROK.2023.74.84.018>
2. Манохина А.А., Старовойтов В.И., Жевора С.В., Старовойтова О.А. Влияние молекулярной сушки на физико-химические параметры и антиоксидантную активность клубней топинамбура // Техника и оборудование для села. 2023. № 5. С. 27-31. EDN: SMURCQ
3. Каримов Ф.Х., Владимиров С.А. Выращивание топинамбура в условиях криолитозоны // Открывая Арктику для себя и других: Сборник научных статей научно-практической конференции ФГБОУ ВО «Арктический ГАТУ», Якутск, 2023. Якутск: Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, 2023. С. 48-52. EDN: TZNYEL
4. Евстратова Л.П., Кондратюк Е.А. Экономическая и энергетическая эффективность многолетних агрофитоценозов с участием топинамбура в условиях Карелии // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 3. С. 28-31. <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/3/28-31>
5. Бацазова Т.М. Влияние способов посадки топинамбура на урожайность и качество продукции в предгорной зоне РСО-Алания // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 97-8. С. 83-85. <https://doi.org/10.18411/trnio-05-2023-451>
6. Бузовский М.В., Христин В.В. Приемы возделывания топинамбура в лесостепи Западной Сибири // Каталог выпускных квалификационных работ ФГБОУ ВО Омский ГАУ. Серия «Агробиотехнология»: Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности, Омск, 2023. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. С. 44-46. EDN: JZAWEL
7. Хасанова Э.Р., Шадрин В.А., Гринев Л.В. Прогноз, оценка целесообразности и экономическая оценка выращивания топинамбура на территории Свердловской области // Молодежь и наука. 2023. № 11. Порядковый номер 76. EDN: LKUOBR
8. Варламова Е.Н. Ресурсосберегающая технология возделывания топинамбура // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: Сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 2024. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. С. 26-29. EDN: AVPNHP
9. Starovoitova O.A., Manokhina A.A., Pekhal'skiy M.I. Effect of superabsorbing polymers on potato yield. IOP conference series: Earth and Environmental science. 2019;395:012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012058>
10. Satriani A., Catalano M., Scalcione E. The role of superabsorbent hydrogel in bean crop cultivation under deficit irrigation conditions: A case-study in Southern Italy. *Agricultural Water Management*. 2018;195:114-119. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.008>
11. Suresh R., Prasher S.O., Patel R.M. et al. Super absorbent polymer and irrigation regime effects on growth and water use efficiency of container-grown cherry tomatoes. *Transactions of the ASABE*. 2018;61(2):523-531. <https://doi.org/10.13031/trans.12285>
12. Козлов И.Г., Петрова М.А., Бочарников И.И., Денискина Н.Ф. Устойчивое возделывание картофеля в условиях изменения климата // Плодородие. 2023. № 4 (133). С. 33-36. EDN: GMEFXC

References

1. Korotkov V.D., Maslovsky S.A., Vinokurova E.V. Comparative assessment of modern varieties of Jerusalem artichoke as raw materials for the production of inulin. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i mirovogo soobshchestva v epokhu tsifrovizatsii: Proceedings of XX International scientific and practical conference (MKSTR) Moscow*, ООО "Izvatelstvo ALEF", 2023. Pp. 89-93. (In Russ.) <https://doi.org/110.34755/IROK.2023.74.84.018>
2. Manokhina A.A., Starovoitov V.I., Zhevora S.V., Starovoitova O.A. Influence of molecular drying on physicochemical parameters and antioxidant activity of Jerusalem artichoke tubers. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2023;5:27-31. (In Russ.)
3. Karimov F.Kh., Vladimirova S.A. Cultivation of Jerusalem artichoke under cryolithozone conditions. *Otkryvaya Arktiku dlya sebya i drugikh: Proceedings of the Scientific-practical conference of Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk*, 2023. North-Eastern Federal University in Yakutsk. 2023. Pp. 48-52. (In Russ.)
4. Evstratova L.P., Kondratyuk E.A. Economic and energy efficiency of perennial agrophytocenoses with the Jerusalem artichoke participation in the Karelia conditions. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2023;3:28-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/2500-2082/2023/3/28-31>
5. Batsazova T.M. Influence of Jerusalem artichoke planting methods on yield and product quality in the foothill zone of RNO-Alania. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2023;97-8:83-85. (In Russ.) <https://doi.org/10.18411/trnio-05-2023-451>
6. Buzovsky M.V., Khristich V.V. Techniques for cultivating Jerusalem artichoke in the forest-steppe of Western Siberia. Catalog of graduate qualification works of FSBEI HE Omsk SAU: "Agrobiotechnology" series: Collection of materials based on the results of research activities. Omsk, 2023. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin. 2023. Pp. 44-46. (In Russ.)
7. Khasanova E.R., Shadrin V.A., Grinets L.V. Forecast, assessment of feasibility and economic assessment of growing Jerusalem beautiful in the territory of the Sverdlovsk region. *Molodezh i nauka*. 2023;11:76. (In Russ.)
8. Varlamova E.N. Resource-saving technology of Jerusalem artichoke cultivation: *Proceedings of IX International scientific and practical conference*. Penza, 2024. Penza: Penza State Agrarian University. Pp. 26-29. (In Russ.)
9. Starovoitova O.A., Manokhina A.A., Pekhal'skiy M.I. Effect of superabsorbing polymers on potato yield. IOP conference series: *Earth and Environmental science*. 2019;395:012058 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/395/1/012058>
10. Satriani A., Catalano M., Scalcione E. The role of superabsorbent hydrogel in bean crop cultivation under deficit irrigation conditions: A case-study in Southern Italy. *Agricultural Water Management*. 2018;195:114-119. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.008>
11. Suresh R., Prasher S.O., Patel R.M. et al. Super absorbent polymer and irrigation regime effects on growth and water use efficiency of container-grown cherry tomatoes. *Transactions of the ASABE*. 2018;61(2):523-531. <https://doi.org/10.13031/trans.12285>
12. Kozlov I.G., Petrova M.A., Bocharnikov I.I., Deniskina N.F. Sustainable potato cultivation in the context of climate change. *Plodородie*. 2023;4:33-36. (In Russ.)
13. Starovoitov V.I., Starovoitova O.A., Manokhina A.A. Methodology of doing research on Jerusalem artichoke crops. *Vestnik of Moscow Goryachkin State Agroengineering University*. 2018;1:7-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/1728-7936-2018-1-7-14>

13. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А. Методика проведения исследований по культуре топинамбура // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2018. № 1 (83). С. 7-14. <https://doi.org/10.26897/1728-7936-2018-1-7-14>

14. Gasparyan I.N., Levshin A.G., Ivashova O.N., Deniskina N.F., Gasparyan Sh.V. Features of the choice of potato (*solanum tuberosum*) varieties when growing two harvests in the temperate zone of Russia. *Brazilian Journal of Biology*. 2024;84:1-9. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.278272>

Информация об авторах

- ¹ **Бызов Василий Аркадьевич**, канд. с.-х. наук; byzov1966@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1918-4455>; SPIN-код: 5971-1449, AuthorID: 1053097
- ² **Манохина Александра Анатольевна**, д-р с.-х. наук, доцент; a.manokhina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9785-1164>; SPIN-код: 5971-1449, AuthorID: 1053097
- ³ **Старовойтов Виктор Иванович**, д-р техн. наук, профессор; agronir1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9365-7631>; SPIN-код: 2929-1670, AuthorID: 442359
- ⁴ **Старовойтова Оксана Анатольевна**, д-р с.-х. наук; agronir2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-6579>; SPIN-код: 2971-1484, AuthorID: 580052
- ⁵ **Воронов Николай Вячеславович**, канд. техн. наук, доцент; 777777@mail.ru; SPIN-код: 2036-6303, AuthorID: 843523
- ¹ Всероссийский научно-исследовательский институт крахмала и переработки крахмалосодержащего сырья – филиал ФГБНУ ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха; 140051, Российская Федерация, Московская область, Люберецкий район, п. Красково, ул. Лорха, 23, литер В
- ² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
- ^{3,4} Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха; 140051, Российская Федерация, Московская область, Люберецкий район, п. Красково, ул. Лорха, 23, литер В
- ⁵ Российский государственный гидрометеорологический университет; 192007, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79

Вклад авторов

Бызов В.А. – проведение исследований, формальный анализ, создание черновика рукописи, формулирование общих выводов; Старовойтов В.И. – научное руководство исследованиями, формулирование основных направлений исследований, цели и задач, формулирование общих выводов; Старовойтова О.А. – методология проекта, проведение исследований, формальный анализ, формулирование общих выводов, создание окончательной версии (доработка) рукописи и ее редактирование; Манохина А.А. – анализ источников литературы для постановки цели, создание черновика рукописи, формулирование общих выводов, создание окончательной версии (доработка) рукописи и ее редактирование; Воронов Н.В. – проведение исследований, визуализация, формулирование общих выводов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат.

Статья поступила 04.09.2024, после рецензирования и доработки 29.04.2025; принята к публикации 30.04.2025

Author Information

- Vasiliy A. Byzov**¹, CSc (Ag); byzov1966@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1918-4455>
- Aleksandra A. Manokhina**², DSc (Ag); a.manokhina@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9785-1164>;
- Viktor I. Starovoitov**³, DSc (Eng); agronir1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9365-7631>
- Oksana A. Starovoitova**⁴, DSc (Ag); agronir2@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8293-6579>
- Nikolay V. Voronov**⁵, CSc (Eng); 777777@mail.ru
- ¹ VNIK – Branch of Russian Potato Research Centre; 140051, Russian Federation Moscow region, Lyubertsy district, Kraskovo, Lorkha Str., 23, liter V
- ² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49
- ^{3,4} Russian Potato Research Centre (RCPR); 140051, Russian Federation, Moscow region, Lyubertsy district, Kraskovo, Lorkha Str., 23, liter V
- ⁵ Russian State Hydrometeorological University; 192007, Russian Federation, Saint-Petersburg, Voronezhskaya Str., 79

Author Contribution

V.A. Byzov – investigation, formal analysis, writing – original draft, general conclusions; A.A. Manokhina – literature review, conceptualization, writing – original draft, review and editing of the manuscript; general conclusions; V.I. Starovoitov – research supervision, conceptualization, general conclusions; O.A. Starovoitova – methodology, investigation, formal analysis, general conclusions, writing – review and editing of the manuscript; N.V. Voronov – investigation, visualization, general conclusions.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest and are responsible for plagiarism

Received 04.09.2024; Revised 29.04.2025; Accepted 30.04.2025