

Регуляторы роста в технологии возделывания топинамбура сорта Скороспелка

Андрей Владимирович Панфилов¹, Сергей Алексеевич Кшникаткин²,
Павел Григорьевич Аленин², Олег Николаевич Кухарев², Галина Викторовна Ильина²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия
e-mail: uyo2sur@ya.ru

Аннотация. Представлены результаты полевых исследований эффективности регуляторов роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер в условиях лугово-черноземной почвы Пензенской области. Установлено, что регуляторы роста играют важную роль в прохождении фаз развития и способствуют физиологической активности важнейших процессов в растениях топинамбура. Проведены исследования по изучению особенностей формирования растений и урожайности топинамбура сорта Скороспелка при обработке клубней, некорневой обработке, комплексной обработке клубней и двукратной некорневой обработке растений регуляторами роста Эпин-Экстра, Агат-25 Супер. Регуляторы роста и их применение улучшали показатели структуры урожая клубней топинамбура и зеленой массы по отношению к контролю. Установлено, что топинамбур имел следующие показатели: высота растений варьировала от 165,0 до 187,6 см, наибольшая масса надземной части составила 1237,1 г, урожайность клубней – 26 т/га. При формировании высокой урожайности клубней наблюдается прямая зависимость между применением регуляторов роста и способом обработки.

Ключевые слова: топинамбур; клубни; регуляторы роста; биологические особенности; способы обработки; некорневая обработка; структура урожая.

Для цитирования: Панфилов А. В., Кшникаткин С. А., Аленин П. Г., Кухарев О. Н., Ильина Г. В. Регуляторы роста в технологии возделывания топинамбура сорта Скороспелка // Аграрный научный журнал. 2023. № 12. С. 63–69. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp63-69>.

AGRONOMY

Original article

Growth regulators in the technology of cultivation of topinambour of the Skorospelka variety

Andrey V. Panfilov¹, Sergey A. Kshnikatkin², Pavel G. Alenin², Oleg N. Kukharev², Galina V. Ilyina²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

² Penza State Agrarian University, Penza, Russia
e-mail: uyo2sur@ya.ru

Abstract. The results of field studies of the effectiveness of growth regulators Epin-Extra and Agat-25 Super in meadow-chernozem soil conditions of Penza region are presented. It is established that growth regulators play an important role in the passage of development phases and contribute to the physiological activity of the most important processes in topinambour plants. The research on studying the peculiarities of plant formation and yield of topinambour of the Skorospelka variety during tuber treatment, foliar treatment, complex treatment of tubers and double foliar treatment of plants with growth regulators Epin-Extra, Agat-25 Super was carried out. The growth regulators and their application according to the experiment scheme improved the indices of topinambour tuber yield structure and green mass in relation to the control. It was found that topinambour had the following indicators: plant height varied between 165-187.6 cm, the largest mass of the above-ground part was 1237.1 grams, the tuber yield was 26 t/ha. When forming high tuber yield, there is a direct correlation between the use of growth regulators and the method of treatment, and as a consequence of their effect on the growth and development of plants in general.

Keywords: topinambour; tubers; growth regulators; biological features; methods of treatment; foliar treatment; yield structure.

For citation: Panfilov A. V., Kshnikatkin S. A., Alenin P. G., Kukharev O. N., Ilyina G. V. Growth regulators in the technology of cultivation of topinambour of the Skorospelka variety // Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(12):63–69. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2023i12pp63-69>.





Введение. В настоящее время невозможно представить современное выращивание сельскохозяйственных культур без использования регуляторов роста для некорневой обработки растений с целью получения максимальной урожайности, обеспечения качества полученного урожая, а также снижения затрат на производство продукции. Регуляторы роста являются одним из эффективных факторов формирования высокопродуктивных посевов полевых культур. Современное сельскохозяйственное производство требует выращивания культур интенсивного типа, способных обеспечить получение высоких урожаев при минимальных затратах труда. Одной из таких культур является топинамбур [1].

Топинамбур по ряду важнейших показателей, таких как продуктивность, качество продукции, высокие кормовые достоинства клубней и зеленой массы, химический состав, экологическая пластичность превосходит многие кормовые культуры (картофель, сахарную свёклу и кукурузу). Введение в зеленый конвейер этой культуры ведет к улучшению кормовой базы, повышению продуктивности животных и рентабельности отрасли животноводства [1–3].

Топинамбур является интенсивной полевой культурой, не требовательной к почве и климатическим условиям, характеризуется многогранностью применения как клубней, так и зеленой массы [3, 4].

Сельхозтоваропроизводителей при производстве этой культуры привлекают различные органические соединения – регуляторы роста, вызывающие стимуляцию (усиление) важнейших процессов в растениях топинамбура [5, 6, 7–9].

Использование препаратов в виде регуляторов роста естественного органического происхождения позволяет сделать технологию возделывания топинамбура безопасной экологически с многоцелевым дальнейшим применением, что в свою очередь обеспечивает производство биологически безопасных продуктов.

Фирмами предлагаются регуляторы роста различных производителей, одними из наиболее эффективных являются препараты Эпин-Экстра и Агат-25 Супер [9].

Исследования проводили с целью изучения влияния применения препаратов на развитие растений и обеспечение стабильного и качественного урожая топинамбура сорта Скороспелка.

Методика исследований. Полевой опыт проводили в 2020–2022 гг. на базе коллекционного участка ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ на лугово-черноземной почве со следующими агрохимическими показателями: реакция среды – слабокислая ($\text{pH} = 5,2...5,4$) (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса в пахотном горизонте по И.В. Тюрину 3,6...3,9 % (ГОСТ 26213-91), щелочногидролизующего азота 78,3...80,4 мг/кг (по Корнфилду), подвижного фосфора и обменного калия соответственно – 36,2...37,3 и 78,9...80,4 мг/кг по Чиркову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91). Предшественник – черный пар. Опыт заложен согласно методическим указаниям Б.А. Доспехова [10, 11]. Учетная площадь делянки 20 м² (6 растений на 1 м²), повторность 4-кратная. Расположение вариантов систематическое. Посадку проводили вручную с нормой посадки клубней 1,5 т/га. Схема посадки 70×30 см, глубина заделки клубней 8...10 см от верхней части клубня. Срок посадки зависел от погодных условий и проводились 6, 13, 22 мая соответственно по годам исследований. Уход состоял из междурядных обработок и двукратной некорневой подкормки растений ручным опрыскивателем из расчета 200 л/га рабочего раствора согласно схеме опыта. В период проведения некорневых подкормок делянки перекрывались защитным экраном.

Фенологические наблюдения выявили видимые различия в прохождении фаз развития растений топинамбура по вариантам опыта, также топинамбур в большей степени реагировал на изменения метеорологических факторов.

Достаточно эффективно улучшают развитие растений обработка клубней, одно- и двукратная некорневая подкормка растений, при высоте 40–50 см с интервалом в 10 дней. Обработка клубней препаратами: Эпин-Экстра (20 мл/т) и Агат-25 Супер (135 г/т) с нормой рабочего раствора – 10 л/т. Одно- и двукратную некорневую обработку регуляторами роста проводили при высоте растений 40...50 см с интервалом 10 дней с концентрацией препаратов согласно установленным рекомендациям: Эпин-Экстра (80 мл/га) и Агат-25 Супер (100 г/га) при норме рабочего раствора – 200 л/га [5, 6, 8, 9].

Агат-25 Супер – биологически активный препарат комплексного типа с фунгицидными свойствами, применяется как регулятор и стимулятор ростовых процессов растений.

Эпин-Экстра – регулятор роста и развития растений с ярко выраженным антистрессовым и адаптогенным действием, содержит высокоочищенный 24-эпибрасинолид.

Объект исследований – культура топинамбура сорта Скороспелка клубневого направления, созданный Тимирязевской сельхозакадемией и Тульской государственной опытной станции (авторы сорта: З.И. Усанова и Г.В. Устименко-Бакумовский) [3].

Схема опыта включала в себя 10 вариантов:

- 1) контроль (без обработки);
- 2) обработка клубней Эпин-Экстра;
- 3) обработка клубней Агат-25 Супер;

- 4) обработка клубней Эпин-Экстра и Агат-25 Супер;
- 5) двукратная некорневая подкормка растений Эпин-Экстра;
- 6) двукратная некорневая подкормка растений Агат-25 Супер;
- 7) двукратная некорневая подкормка растений Эпин-Экстра и Агат-25 Супер;
- 8) обработка клубней + двукратная некорневая подкормка растений Эпин-Экстра;
- 9) обработка клубней + двукратная некорневая подкормка растений Агат-25 Супер;
- 10) обработка клубней + двукратная некорневая подкормка растений Эпин-Экстра и Агат-25 Супер.

Наиболее благоприятным для выращивания топинамбура являлся 2022 год (табл. 1), поскольку выращивание было равномерным в течение всех периодов развития [3].

Таблица 1

Метеорологические условия в годы исследований (2020–2022 гг.)

Месяц	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Среднемультилетнее	
	t, °C	осадки, мм	t, °C	осадки, мм	t, °C	осадки, мм	t, °C	осадки, мм
Май	13,1	130,9	17,4	23	10,2	62	13,9	41
Июнь	18,7	75,3	20,9	70	18,4	70,3	18,0	63
Июль	21,6	38,9	22,5	66	20,7	94	19,9	59
Август	17,7	32	22,0	53	23,0	2	17,9	50
Сентябрь	13,8	16,9	13,9	24	11,8	85	12,1	52
За период наблюдений	–	294	–	236	–	313,3	–	–

Результаты исследований. Количество осадков за время вегетации растений оказывало существенное влияние на урожайность клубней топинамбура. Как показали исследования, изучаемый сорт топинамбура Скороспелка отзывчив к применению препаратов Эпин-Экстра и Агат-25 Супер. На варианте при комплексном применении регуляторов роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер для обработки клубней и некорневой подкормки растений масса растений надземной части составила в среднем 911,5 г.

В ходе проведения исследований выявлено, что обработка клубней и некорневая подкормка растений топинамбура регуляторами роста повлияли на рост и развитие растений в высоту, составив в среднем 187,6 см (рис. 1).

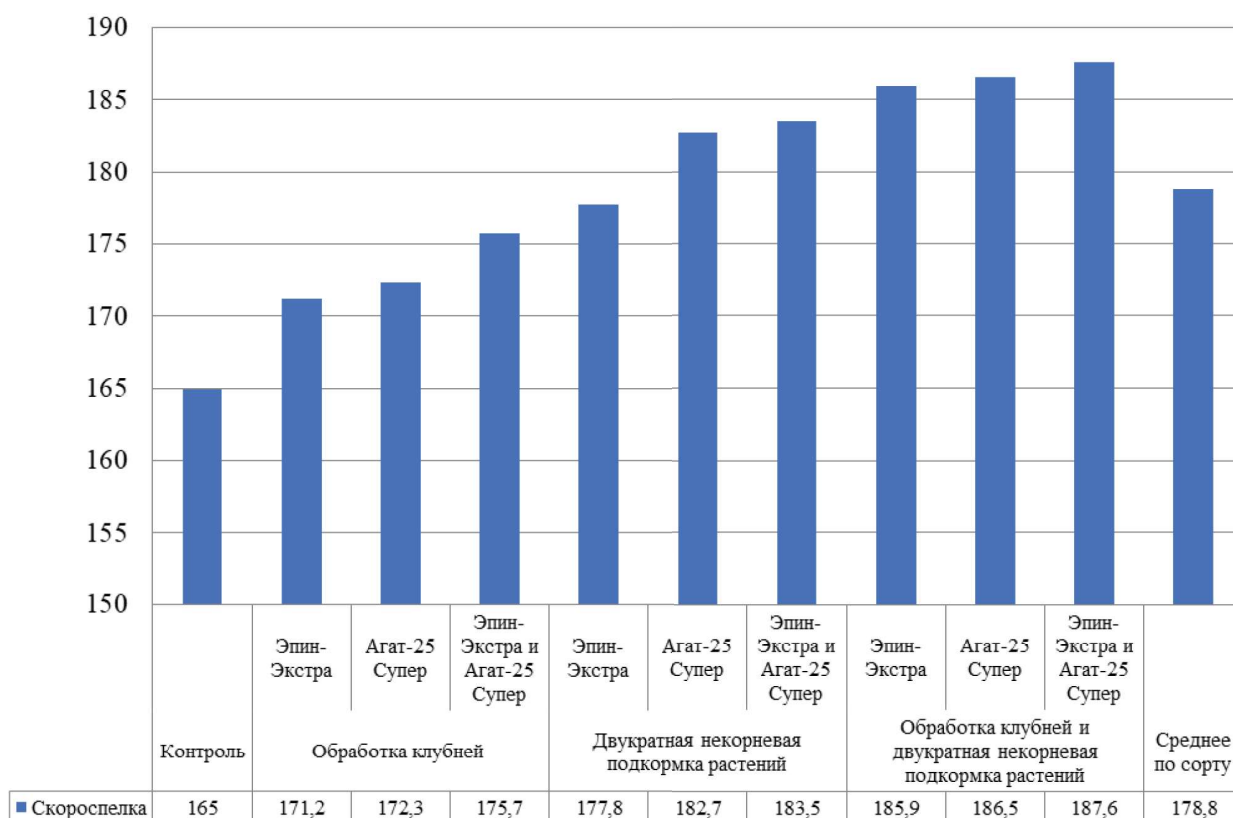


Рис. 1. Средняя высота растений топинамбура, см (2020–2022 гг.)

На варианте с обработкой клубней и некорневой подкормкой растений применение препаратов Эпин-Экстра и Агат-25 Супер оказало положительное влияние на рост и развитие растений и превысило контроль на 22,6 см.

На варианте с обработкой клубней препаратами Эпин-Экстра и Агат-25 Супер перед посадкой отмечено увеличение массы клубней на 25,4 %, при этом средняя масса 1 клубня составила 57,3 г (рис. 2).



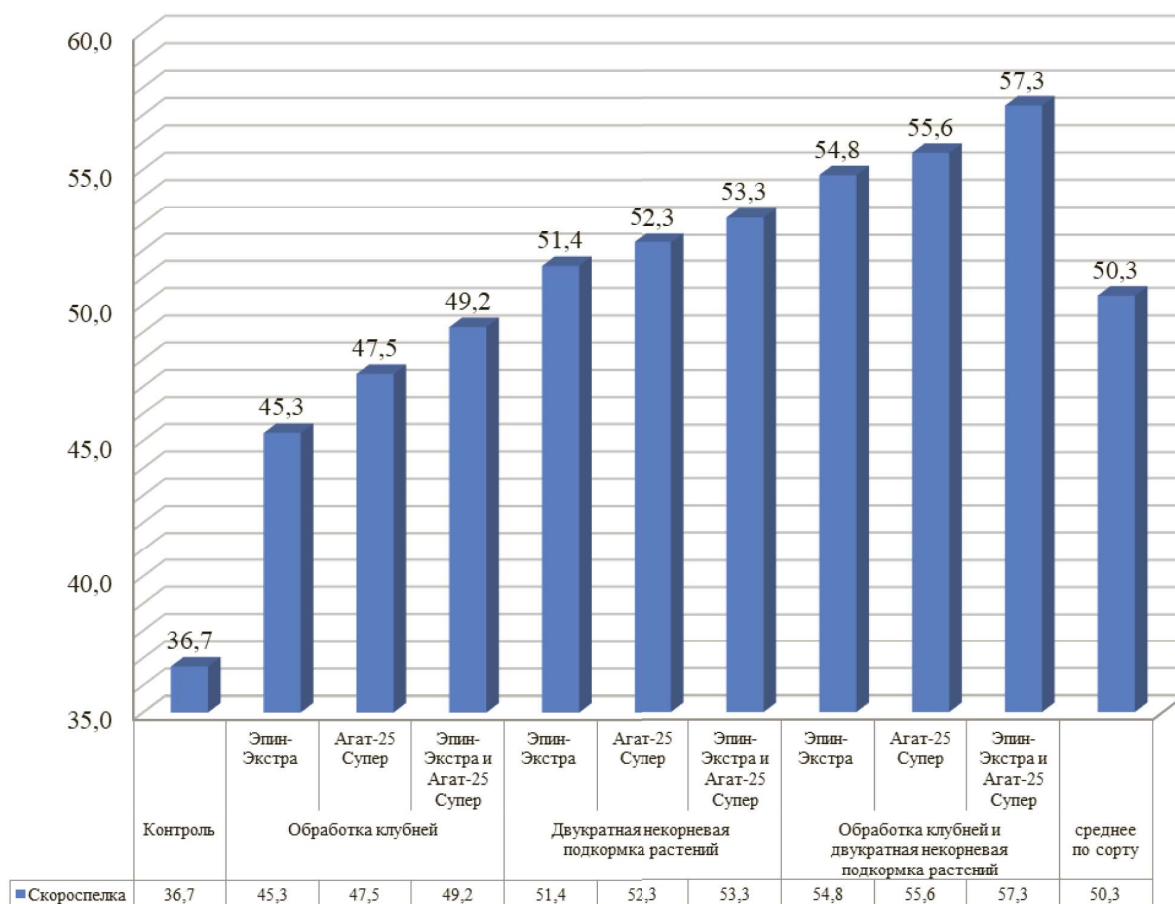


Рис. 2. Средняя масса одного клубня топинамбура сорта Скороспелка, г (2020–2022 гг.)

Положительное влияние на массу одного клубня оказывала обработка перед посадкой и двукратная некорневая подкормка растений, составив по препаратам: Эпин-Экстра – 54,8 г, Агат-25 Супер – 55,6 г, Эпин-Экстра и Агат-25 Супер – 57,3 г.

Способ обработки, а также регуляторы роста растений Эпин-Экстра и Агат-25 Супер оказывают существенное влияние на формирование агроценоза топинамбура. Так, при обработке посадочного материала регулятором роста Эпин-Экстра соотношение массы надземной части растений к подземной части составило 1:1,54 (контроль – 1:1,45). Наблюдениями выявлено, что не всегда с нарастанием зеленой массы растений пропорционально увеличивается и средняя масса клубней (табл. 2).

Препараты и способы обработки оказали положительное влияние также и на продуктивность образования клубней растений. Обработка посадочного материала регуляторами роста увеличила не только количество клубней в одном растении, но и среднюю массу одного клубня. Наибольшее число клубней (21,9 шт.) образовалось при обработке посадочного материала и двукратной некорневой подкормке растений регуляторами роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер, здесь же получена максимальная продуктивность каждого растения – 1237,1 г, наименьшая продуктивность клубней одного растения получена при обработке клубней Эпин-Экстра – 1005,3 г (контроль – 933,5 г).

Комплексная обработка клубней и двукратная некорневая подкормка растений способствовали увеличению надземной массы растения топинамбура, составив по вариантам 643,4–911,5 г.

Выполненная множественно-регрессионная оценка показала, что масса клубней с одного растения находится в стабильной зависимости от массы одного клубня и их количества.

Статистическая модель (рис. 3) массы одного клубня (средняя), г:

$$M_m = 40,233 + 5,922K + 10,922R,$$

где K – обработка клубней; R – двукратная некорневая обработка растений.

Коэффициент корреляции Пирсона при этом составляет $R = 0,941275383$, что свидетельствует о хорошей сопоставимости тенденций реального процесса и модели. Однако величина $F_{\text{тест}} = 0,859868064$ свидетельствует о недостаточной доверительной вероятности, а соответственно и о неадекватности модели. Поэтому требуется усложнить выражение модели для описания явления.

Статистическая модель массы одного клубня (средняя), г:

$$M_m = 38,169 + 4,546K + 9,546R + 2,446E + 3,746A,$$

где E – обработка регулятором роста Эпин-Экстра; A – обработка регулятором роста Агат-25 Супер.



Влияние регуляторов роста на структуру урожая топинамбура сорта Скороспелка (2020–2022 гг.)

Сорт топинамбура	Способ обработки препаратами		Масса надземной части одного растения, г			Масса одного клубня (Средняя), г	На 1 растение		Соотношение надземной части и клубней
			Стебли	Листья	Стебли+листья		клубней, шт	масса клубней, г	
Скороспелка	Контроль (без обработки)		153,4	490,0	643,4	36,7	17,6	933,5	1/1,45
	Обработка клубней	Эпин-Экстра	161,2	490,0	651,2	45,3	17,8	1005,3	1/1,54
		Агат-25 Супер	166,2	523,4	689,6	47,5	19,4	1017,8	1/1,48
		Эпин-Экстра и Агат-25 Супер	163,4	624,5	787,9	49,2	19,9	1036,5	1/1,32
	двукратная некорневая подкормка растений	Эпин-Экстра	159,7	634,2	793,9	51,4	20,1	1053,5	1/1,33
		Агат-25 Супер	163,5	665,2	828,7	52,3	19,9	1120,3	1/1,35
		Эпин-Экстра и Агат-25 Супер	166,7	704,2	870,9	53,3	20,4	1153,5	1/1,32
	Обработка клубни и двукратная некорневая подкормка растений	Эпин-Экстра	170,0	702,3	872,3	54,8	20,5	1176,3	1/1,35
		Агат-25 Супер	173,2	726,3	899,5	55,6	21,4	1212,5	1/1,35
		Эпин-Экстра и Агат-25 Супер	175,0	736,5	911,5	57,3	21,9	1237,1	1/1,36
	Среднее		165,2	629,7	794,9	50,3	19,9	1094,6	1/1,38

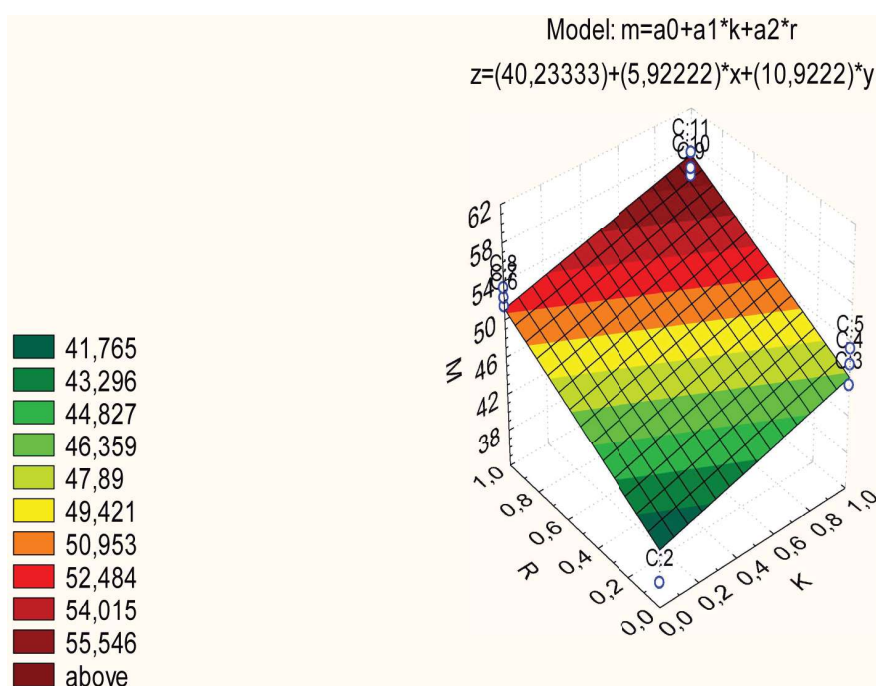


Рис. 3. Поверхность отклика модели массы одного клубня, г

Величина погрешности не превышает 1,5 г. Коэффициент корреляции Пирсона при этом составляет $R = 0,988661$, что свидетельствует о хорошей сопоставимости тенденций реального процесса и модели. Величина $F_{\text{тест}} = 0,973454$ свидетельствует об адекватности математической модели с доверительной вероятностью 97,3 %. Поэтому указанная модель имеет основания для использования.

Высокая урожайность клубней топинамбура, число клубней в кусте и увеличение их массы подтверждаются применением препаратов Эпин-Экстра и Агат-25 Супер. Наиболее оптимальные составляющие структуры урожая клубней получаются при применении препаратов Эпин-Экстра и Агат-25 Супер для обработки посадочных клубней и двукратной некорневой подкормки растений, при этом количество продуктивных клубней по сравнению с контролем увеличилось на 20 % (максимальная – на 36 %).





При проведении исследований изучали размерно-массовые характеристики клубней топинамбура, которые были отсортированы по фракциям: мелкая – до 35 г; средняя фракция – 35–50 г; крупная фракция – свыше 50 г.

Прослеживается положительное действие регуляторов роста на фракционный состав клубней топинамбура сорта Скороспелка, в среднем за три года лучший фракционный состав имели клубни с некорневой подкормкой растений в фазу начала образования столонов препаратом Агат-25 Супер. Фракция крупных клубней при этом составила 50,33 %, средних – 22,67 %, мелких – 27 % (рис. 4). Показатели, определяющие целесообразность применения любого препарата в технологии возделывания топинамбура – урожайность клубней.

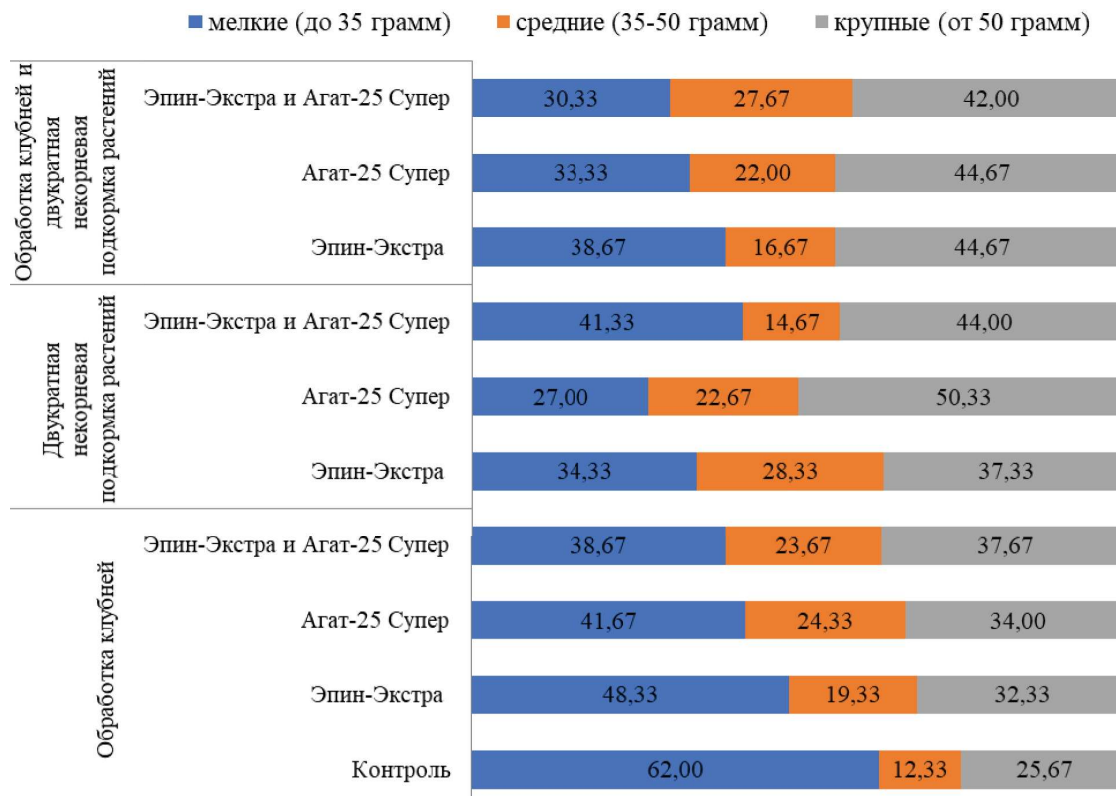


Рис. 4. Фракционный состав клубней топинамбура сорта Скороспелка, % (2020–2022 гг.)

Использование препаратов в виде регуляторов роста улучшает компоненты структуры урожая как надземной, так и корневой составляющих частей растений топинамбура. Лучшие составляющие компонентов структуры урожая складываются при совместном использовании регуляторов роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер для обработки посадочного материала и некорневой подкормки: высота растений при этом составила 187,6 см, число клубней – 21,9 шт., масса одного клубня – 57,3 г.

Применение регуляторов роста явилось эффективным приемом увеличения урожайности клубней топинамбура. Урожайность клубней топинамбура по годам проведения опытов составила 18,1...27,7 т/га (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность клубней топинамбура сорта Скороспелка при применении регуляторов роста, т/га (2020–2022 гг.)

Способ обработки препаратами		Урожайность				Прибавка
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя	
Контроль (без обработки)		20,30	18,10	22,40	20,27	–
Обработка клубней	Эпин-Экстра	20,80	19,60	22,80	21,07	0,80
	Агат-25 Супер	21,10	20,10	23,40	21,53	1,27
	Эпин-Экстра и Агат-25 Супер	21,70	20,80	23,70	22,07	1,80
Двукратная некорневая подкормка растений	Эпин-Экстра	22,40	21,40	24,10	22,63	2,37
	Агат-25 Супер	22,80	22,30	24,80	23,30	3,03
	Эпин-Экстра и Агат-25 Супер	23,40	22,60	25,50	23,83	3,57
Обработка клубней и двукратная некорневая подкормка растений	Эпин-Экстра	23,90	23,40	26,30	24,53	4,27
	Агат-25 Супер	24,50	24,00	26,90	25,13	4,87
	Эпин-Экстра и Агат-25 Супер	25,60	24,70	27,70	26,00	5,73
Среднее за год		22,65	21,70	24,76	23,04	–
НСР _{0,5}		2,66	3,92	2,90	–	–



В среднем за три года самая высокая урожайность клубней топинамбура 26,0 т/га получена при применении регуляторов роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер на варианте с обработкой клубней при посадке и некорневой подкормке в фазу образования столонов, что на 21,9 % больше контроля. Наименьшая продуктивность получена при обработке клубней перед посадкой: Эпин-Экстра – 21,07 т/га, Агат-25 Супер – 21,53 т/га, Эпин-Экстра и Агат-25 Супер – 22,07 т/га. Полученные данные по урожайности клубней топинамбура за 2020–2022 гг. свидетельствуют о том, что использование препаратов Эпин-Экстра и Агат-25 Супер в технологии возделывании топинамбура увеличивает изучаемый показатель только при их совместном применении как при обработке посадочного материала, так и при двукратной некорневой подкормке растений.

Заключение. Сорт топинамбура Скороспелка клубневого направления подходит для выращивания в условиях лугово-черноземной почвы Пензенской области. Применение регуляторов роста Эпин-Экстра и Агат-25 Супер в технологии возделывания топинамбура для обработки посадочного материала и дальнейшей двукратной некорневой подкормки растений позволяет активизировать ростовые процессы, продукционный процесс, повысить продуктивность культуры и улучшить качественные показатели клубней с урожайностью до 23,04 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кшникаткина А. Н. Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений // Сельскохозяйственная биология. 1998. Т. 33. № 5. С. 118–121.
2. Кшникаткина А. Н., Еськин В. Н. Опыт интродукции новых кормовых растений в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2007. № 5. С. 60–62.
3. Усанова З.И., Павлов М.Н. Фотопериодическая реакция разных по скороспелости сортов топинамбура. Агропродовольственный сектор экономики страны в условиях глобализации и интеграции: сборник научных трудов. Тверь: ЦНИОТ, 2016. С. 7–12.
4. Агротехнологические основы технологий возделывания сельскохозяйственных культур / А. Н. Арефьев [и др.]. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. 267 с.
5. Комплексные водорастворимые удобрения, регуляторы роста и бактериальные препараты в технологии возделывания ярового тритикале / А. Н. Кшникаткина [и др.] // Аграрный научный журнал. 2017. № 4. С. 27–32.
6. Кшникаткина А. Н. Комплексные водорастворимые удобрения, регуляторы роста и бактериальные препараты в технологии возделывания ярового тритикале // Земледелие. 2017. № 1. С. 40–43.
7. Кшникаткина А. Н. Влияние азотфиксаторов на продуктивность топинамбура // Кормопроизводство. 1998. № 5. С. 24–26.
8. Аленин П. Г., Кшникаткин С. А., Плясунов Д. С. Применение микробиологических удобрений при выращивании топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сб. статей. Т. I. Пенза, 2020. С. 84–87.
9. Кузин Е.Н., Арефьев А.Н., Кузина Е.Е. Изменение продуктивности и качества растениеводческой продукции под влиянием элементов биологического земледелия // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(55). С. 40–45.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1989. 335 с.
11. 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.

REFERENCES

1. Kshnikatkina A. N. Introduction of non-traditional and rare agricultural plants. *Agricultural Biology*. 1998; 33; 5: 118–121. (In Russ.).
2. Kshnikatkina A. N., Yeskin V. N. Experience of introduction of new fodder plants in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Vestnik of Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov*. 2007; 5: 60–62. (In Russ.).
3. Usanova, Z. I.; Pavlov, M. N. Photoperiodic reaction of topinambur varieties different in speed of maturity. *Agrofood sector of the country's economy in the conditions of globalization and integration*. Tver, 2016: 7–12. (In Russ.).
4. Agrotechnological bases of cultivation technologies of agricultural crops / A.N. Arefiev et al. Penza: Penza State Agrarian University, 2018. 267 p. (In Russ.).
5. Complex water-soluble fertilizers, growth regulators and bacterial preparations in the cultivation technology of spring triticale / A. N. Kshnikatkina et al. *The Agrarian Scientific Journal*. 2017; 4: 27–32. (In Russ.).
6. Kshnikatkina, A. N. Complex water-soluble fertilizers, growth regulators and bacterial preparations in the technology of cultivation of spring triticale. *Agriculture*. 2017; 1: 40–43. (In Russ.).
7. Kshnikatkina A. N. Influence of nitrogen fixers on the productivity of topinambur. *Fodder Production*. 1998; 5: 24–26. (In Russ.).
8. Alenin P. G., Kshnikatkin S. A., Plyasunov D. S. Application of microbiological fertilizers in the cultivation of topinambur (*Nepinthus tuberosus* L.) in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. *Contribution of young scientists to the innovative development of the agroindustrial complex of Russia*. Penza, 2020: 84–87. (In Russ.).
9. Kuzin E.N., Arefiev A.N., Kuzina E.E. Changes in productivity and quality of crop production under the influence of elements of biological farming. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021; 3(55): 40–45. (In Russ.).
10. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. Moscow, 1989. 335 p. (In Russ.).
11. Starovoitov V. I., Starovoitova O. A., Manokhina A. A. Methodology of research on topinambur crops. *Bulletin of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State Agro-Engineering University named after V. P. Goryachkin"*. 2018; 1(83): 7–14. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 7.08.2023; одобрена после рецензирования 06.09.2023; принята к публикации 18.09.2023.
The article was submitted 7.08.2023; approved after reviewing 06.09.2023; accepted for publication 18.09.2023.