

ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ХЕЛАТНОЙ ФОРМЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КЛУБНЕПЛОДОВ КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА

Старовойтова Оксана Анатольевна¹
Старовойтов Виктор Иванович¹
Манохина Александра Анатольевна²
Чайка Валерия Александровна¹
Аллаяров Жасур Жуманазарович²

¹Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха

²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Целью исследования являлась оценка влияния инновационных серосодержащего и с содержанием микроэлементов в хелатной форме (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B) препаратов на биометрические показатели растений, урожайность и лёжкость клубней картофеля (среднеспелый сорт Колобок) и топинамбура (сорта Интерес и Подмосковный). Исследования проводили в 2016–2018 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в соответствии с требованиями методики полевого опыта и методики исследований по культуре картофеля. Опыт был заложен согласно схеме, методом систематического размещения делянок в четырёхкратной повторности с густотой посадки 44,4 тыс. кустов/га (картофель) и 20,0 тыс. кустов/га (топинамбур). Ширина междурядий – 75 см. Программой экспериментов были предусмотрены обработка посадочных клубней и две некорневые листовые обработки. Применение испытуемых препаратов повысило массу ботвы картофеля до 354–392 г/куст (325 г/куст на контроле) и топинамбура до 1,02–1,20 кг/куст (0,91–1,10 кг/куст на контроле); коэффициент размножения картофеля на 1,8–2,7 шт./куст (на 18–26%) к контролю и топинамбура на 2,3–14,4 шт./куст (на 3–21%); урожайность клубней картофеля на 3,0–3,3 т/га (на 12–13%), топинамбура – на 0,87–3,13 т/га (на 5–23%), а также снизило общие потери при хранении картофеля и топинамбура соответственно на 0,2–1,4 и 4,3–37,4%. Полученные данные подтверждают целесообразность применения микроэлементов в хелатной форме при выращивании клубнеплодов картофеля и топинамбура. Для увеличения количества клубней и повышения их сохранности предпочтительно применять серосодержащий препарат на картофеле и препарат с микроэлементами Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B в хелатной форме на топинамбуре.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы в хелатной форме, биометрия, урожайность клубней, картофель, топинамбур, хранение.

CHELATE MINOR PLANT NUTRIENTS AND THEIR INFLUENCE ON THE CULTIVATION OF POTATO AND JERUSALEM ARTICHOKE TUBERS

Starovoitova Oksana A.¹
Starovoitov Viktor I.¹
Manokhina Aleksandra A.²
Chajka Valeriya A.¹
Allayarov Zhasur Zh.²

¹Russian Potato Research Center

²Russian Timiryazev State Agrarian University

The aim of the study was to determine the effect of innovative sulfur-containing preparation and preparation containing chelate minor plant nutrients (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B) on biometric indicators of plants, yield and storability of potato tubers (mid-ripening cultivar Kolobok) and Jerusalem artichoke (Interest and Podmoskovny cultivars). The research was carried out in 2016–2018 on soddy-podzolic sandy loam soil in accordance with the requirements of the Field Experience Methodology and the Research Methodology for Potato Crop. The experience was carried out according to the pattern, by the method of systematic placement of plots in fourfold replications, planting density was 44.4 thousand bushes per hectare (potato) and 20.0 thousand bushes per hectare (Jerusalem artichoke); sowing distance was 75 cm. The experimental program provided for the treatment of planting tubers and

two non-root leaf treatments. The use of the tested preparations increased the weight of potato vine to 354–392 g/bush (325 g/bush on the control) and Jerusalem artichoke to 1.02–1.20 kg/bush (0.91–1.10 kg/bush on the control); growth coefficient of potato by 1.8–2.7 pcs per bush (or 18–26%) to the control and Jerusalem artichoke by 2.3–14.4 pcs per bush (or 3–21%); the yield of potato tubers by 3.0–3.3 t/ha (or 12–13%) and Jerusalem artichoke by 0.87–3.13 t/ha (or 5–23%), thereat reduced the total losses during storage of potato and Jerusalem artichoke by 0.2–1.4 and 4.3–37.4%, respectively. The obtained data confirm the expediency of using preparations containing chelate minor plant nutrients when growing potato and Jerusalem artichoke tubers. To increase the number of tubers and enhance their safety, it is preferable to use a sulfur-containing preparation on potato plants and a preparation containing chelate minor plant nutrients Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B on Jerusalem artichoke.

KEYWORDS: chelate minor plant nutrients, biometrics, yield of tubers, potato tubers, Jerusalem artichoke, storage.

Введение
Картофель является важным продуктом питания населения. Свыше 50% производства от общего объёма потребления направляется на приготовление разнообразных блюд из картофеля, в первую очередь, в домашних условиях, а также в индустрии общественного питания. Потенциальная урожайность сортов картофеля в России не реализована даже наполовину. Следовательно, для повышения урожайности клубней картофеля важно продолжить поиск повышения эффективности технологии выращивания [21]. В этом плане перспективными являются внекорневые обработки [6]. Применение внекорневых подкормок микроэлементами в виде хелатного удобрения может дать значимую прибавку урожайности, насыщение клубней исследуемыми макро- и микроэлементами [7, 15, 16, 18, 20, 24].

Топинамбур является одной из самых высокоурожайных и неприхотливых культур мира [13]. Топинамбур является уникальным растением по сбалансированности входящих в его состав микроэлементов: железа, магния, калия, марганца, кальция, фосфора, кремния, цинка [14, 19, 23].

Известно, что сера по физиологическому значению в метаболизме растений среди элементов питания занимает важное место после азота, фосфора и калия; содержание серы в растениях составляет 0,005–1,0% сухой массы [8, 11]. Рост и морфогенез органов картофеля зависят от обеспеченности растений марганцем [3], в то же время высокие концентрации марганца в питательной среде подавляют поглощение других микроэлементов [5]. На активность и характер метаболизма элементов питания, потребляемых растением, значительно влияет железо, ускоряющее обмен веществ в растительном организме. [1, 2]. Цинк положительно влияет на образование ростовых веществ (ауксинов) и хлорофилла [1, 17]. Для усиления поступления в растения картофеля азота, калия, марганца и молибдена в питательный раствор вносят цинк, который ускоряет развитие картофеля, сокращая вегетационный период, и повышает устойчивость к фитофторозу [1]. Медь способна повышать устойчивость растений к полеганию и неблагоприятным условиям среды [17].

Для повышения устойчивости растений к фитофторозу, снижения поражаемости чёрной ножкой, паршой и железистой пятнистостью в питательный раствор добавляют медь, которая также ускоряет клубнеобразование [1]. Основными признаками недостатка бора являются опадание цветков и завязей, низкий урожай семян и плодов при нормальном развитии вегетативной массы [5, 17]. При оптимальном развитии растений картофеля в клубнях соотношение кальция к бору (Ca : B) колеблется от 15 до 100, если соотношение Ca : B выше 100 – наблюдается дефицит бора [25]. Молибден поступает в растения в виде молибдат-аниона или хелатных соединений. С повышением pH молибден становится легкоподвижным [3]. Содержание кобальта в растениях зависит от видовой принадлежности и составляет в среднем 0,2 мг/кг (0,01–0,85 мг/кг) сухой массы [17]. Дефицит кобальта в тканях растений составляет 0,02 мг/кг сухого вещества; оптимум – 0,03–1,00; избыток – 1,01–50,00 мг/кг сухого вещества [5].

Для повышения урожайности клубней картофеля, зелёной массы и клубней топинамбура актуальными являются исследования для разработки технологии возделывания данных клубнеплодов с элементами использования микроэлементов в хелатной форме.

Цель исследований – оценка влияния инновационных серосодержащего и с содержанием микроэлементов в хелатной форме (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B) препаратов на биометрические показатели растений, урожайность и лёжкость клубней картофеля (среднеспелый сорт Колобок) и топинамбура (сорта Интерес и Подмосковный).

Методы исследований

Опыт выполняли соответственно требованиям методики полевого опыта [4] и методики исследований по культуре картофеля [10].

Исследования проводили на дерново-подзолистой среднеоккультуренной, по гранулометрическому составу супесчаной почве экспериментальной базы Коренево (Красково) Московской области в 2016–2018 гг.

Задачей исследований являлось установление зависимости изменения урожайности от применения инновационных препаратов:

- с содержанием серы (S);
- с содержанием микроэлементов в хелатной форме: железо (Fe), цинк (Zn), марганец (Mn), медь (Cu), молибден (Mo), кобальт (Co), бор (B) [12].

Почва опыта на глубине пахотного горизонта характеризовалась следующими агрохимическими показателями $A_{\text{пах}}$:

- сумма обменных оснований – 1,5–2,4 мг-экв./100 г;
- содержание гумуса по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91) – 1,6–1,9%;
- подвижный фосфор по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) – 380–653 мг/кг;
- обменный калий по Кирсанову (ГОСТ 26207-91) – 134–193 мг/кг;
- pH_{KCl} по Алямовскому (ГОСТ 26483-85) – 4,4–4,9;
- гидролитическая кислотность (ГОСТ 26412-91) – 3,3–4,8 мг-экв./100 г почвы.

Средняя температура воздуха за период с мая по август 2016 г. составила 18,6°C, в 2017 г. – 16,2°C, в 2018 г. – 18,7°C при норме 16,5°C. Сумма осадков составила 470,2 мм в 2016 г., или 180,5% от нормы, 378,4 мм в 2017 г., или 145,3% от нормы, 205,9 мм в 2018 г., или 79,04% от нормы (260,5 мм). ГТК 2016 г. – 2,16 (очень влажно), 2017 г. – 2,06 (влажно), 2018 г. – 0,89 (засушливо) при климатической норме 1,3–1,4 [22].

Опыт был заложен согласно схеме, методом систематического размещения делянок в четырёхкратной повторности с густотой посадки 44,4 тыс. кустов/га (картофель) и 20,0 тыс. кустов/га (топинамбур). Ширина междурядий – 75 см. Площадь учётной делянки составляла в среднем 20 м².

Осенью выполнили зяблевую вспашку (глубина – 18–22 см) агрегатом с оборотным плугом. Весной для предпосадочной подготовки почвы выполнили рыхление (глубина – 12–15 см) машинно-тракторным агрегатом с дисковой тяжёлой бороной. При нарезке гребней перед посадкой и при уходе за посадками мелко-локально вносили минеральное удобрение (16% : 16% : 16%) в дозе $N_{40}P_{40}K_{40}$ (перед посадкой) и $N_{100}P_{100}K_{100}$ (при уходе за посадками) машинно-тракторным агрегатом с пропашным культиватором (фон).

Посадку опытных вариантов элитным материалом – непророщенными клубнями средней семенной фракции (размер клубней по наибольшему поперечному сечению – 30–53 мм) среднеспелого сорта картофеля Колобок, позднеспелого сорта топинамбура Интерес и среднеспелого сорта топинамбура с ранним сроком отмирания зелёной массы Подмосковный (размер клубней по наибольшему поперечному сечению – 30–45 мм) проводили в нарезанные гребни агрегатом с картофелесажалкой с ручной подачей семенных клубней.

Для борьбы с сорняками на картофеле применяли гербициды: системный пестицид (гербицид избирательного действия, действующее вещество: Римсульфурон, содержание ДВ – 250 г/кг) и системный пестицид (гербицид избирательного действия, действующее вещество – Метрибузин, содержание ДВ – 700 г/кг) в фазе полных всходов.

Против вредителей (колорадский жук) провели одноразовое опрыскивание инсектицидом (действующее вещество – Имидаклоприд, содержание ДВ – 700 г/кг).

Против основных болезней (фитофтороз и альтернариоз) выполнены две химические обработки фунгицидом – контактным пестицидом (действующие вещества: Фамоксадон (250 г/л) и Цимоксанил (250 г/л), первая – в период цветения, последующая – через две недели.

Все препараты внесены в рекомендуемых производителем дозах. Расход рабочего раствора – 300 л/га.

В опыте с топинамбуром пестициды не применяли.

Перед посадкой семенные клубни были обработаны по вариантам: водой (контроль), серосодержащим препаратом и препаратом, содержащим микроэлементы в хелатной форме для стимуляции и улучшения роста прорастания почек из расчёта 10 л/т клубней. Концентрация – 3,0 мл препарата на 1,0 л воды.

Согласно схеме выполнили двукратное опрыскивание в фазе полных всходов и в фазе бутонизации – начало цветения картофеля по вариантам: второй контроль – водой и опытные варианты водорастворимыми испытываемыми препаратами. Расход рабочего раствора – 300 л/га (концентрация – 1,5 мл препарата / 1,0 л воды).

Хранение клубней картофеля осуществлялось в сетках, а клубней топинамбура – в полиэтиленовых пакетах в хранилище при температуре +6 – +8°C.

Результаты и их обсуждение

Размеры надземной массы во многих случаях являются решающими факторами, определяющими интенсивность накопления и величину урожая. Продуктивность растений картофеля при нормальных условиях роста и развития находится в непосредственной зависимости от мощности его надземной массы. Чем мощнее куст, тем выше урожай клубней под ним. Хотя не во всех случаях мощноразвитая ботва даёт наивысший урожай [9].

Параметры развития куста растений связаны как с общими процессами обмена веществ, так и внешними почвенно-климатическими условиями. С учётом важности биометрических показателей развития ботвы в формировании урожая картофеля проведено их определение (табл. 1) в зависимости от технологических приёмов.

В среднем по годам исследования установлено, что наибольшая масса ботвы картофеля (626 г/куст), как и наибольшая высота растений (60,6 см) оказались в наиболее влагообеспеченном 2016 г. В среднем за 2016–2018 гг. самые высокие растения отмечены на варианте применения серосодержащего препарата – 49,8 см. На варианте применения препарата с микроэлементами в хелатной форме данный показатель составил 49,1 см, на варианте с водой (второй контроль) – 48,4 см, на контроле – 48,7 см. Масса ботвы также оказалась самой высокой на варианте применения серосодержащего препарата – 392 г/куст.

При этом можно отметить, что на надземную часть растений картофеля положительно повлияла обработка как водой, так и препаратами. В то же время обработка препаратом с микроэлементами в хелатной форме оказалась несколько угнетающей для растений, особенно во влагообеспеченные годы.

АГРОНОМИЯ

Таблица 1. Биометрические показатели растений картофеля среднеспелого сорта Колобок в фазе цветения в зависимости от применяемого препарата

Наименование варианта	Параметры развития надземной части растений картофеля							
	Высота куста, см				Масса ботвы, г/куст			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
1. Контроль	64,8	42,3	39,0	48,7	612	214	150	325
2. Вода – контроль	63,8	41,5	40,0	48,4	682	236	250	389
3. S в хелатной форме	58,5	43,3	47,7	49,8	656	244	275	392
4. Микроэлементы в хелатной форме	55,3	43,3	48,7	49,1	552	201	310	354
Среднее	60,6	42,6	43,9	-	626	224	246	-
НСР ₀₅	4,5	0,9	5,1	-	56,9	19,8	68,7	-

В среднем за три года наибольшей высоты растения обоих сортов топинамбура (табл. 2) достигли на варианте применения препарата с S в хелатной форме – 178 см (сорт Интерес) и 168 см (сорт Подмосковный). Масса надземной части растений сорта Интерес оказалась наибольшей на варианте применения препарата с Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B в хелатной форме – 1,15 кг/куст (+9%). Масса надземной части растений сорта Подмосковный при применении испытуемых препаратов составила в среднем за три года 1,02 кг/куст (+12%).

Таблица 2. Параметры надземной части растений топинамбура в зависимости от применяемого препарата

Наименование варианта	Параметры надземной части растений топинамбура							
	Высота куста, см				Масса ботвы, кг/куст			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее
Сорт Интерес (позднеспелый, с поздним сроком увядания зелёной массы, 3 декада сентября)								
1. Вода – контроль	205	147	179	177	1,62	0,76	0,91	1,10
2. S в хелатной форме	207	145	182	178	1,76	0,76	0,94	1,15
3. Микроэлементы в хелатной форме	208	145	177	177	1,79	0,85	0,96	1,20
Среднее	207	146	179	-	1,72	0,79	0,94	-
НСР ₀₅	1,5	1,2	2,5	-	0,09	0,05	0,02	-
Сорт Подмосковный (среднеспелый, с ранним сроком увядания зелёной массы, 1 декада сентября)								
1. Вода – контроль	170	140	171	160	0,80	1,10	0,83	0,91
2. S в хелатной форме	172	160	172	168	0,83	1,36	0,86	1,02
3. Микроэлементы в хелатной форме	174	150	177	167	0,86	1,31	0,88	1,02
Среднее	172	150	173	-	0,83	1,26	0,86	-
НСР ₀₅	2,0	10,0	3,2	-	0,03	0,14	0,02	-

Коэффициент размножения – один из важных критериев оценки сорта. Исследования в опыте с картофелем показали, что наибольший коэффициент размножения в среднем за 2016–2018 гг. (табл. 3) в пересчёте на 1 куст был получен на вариантах применения серосодержащего препарата – 13,0 шт./куст (+2,7 шт./куст, или 26% к контролю) и препарата с микроэлементами – 12,1 шт./куст (+1,8 шт./куст, или 18%). На вариантах применения препарата с микроэлементами количество полученных клубней в 2017 и 2018 гг. оказалось меньшим, но клубни по размеру были более крупными.

АГРОНОМИЯ

Таблица 3. Коэффициент размножения клубней картофеля сорта Колобок, шт./куст

Наименование варианта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	± к контролю	% к контролю
1. Контроль	8,2	11,7	11,0	10,3	-	-
2. Вода – контроль	10,4	11,7	12,5	11,5	1,2	12
3. S в хелатной форме	11,1	14,8	13,0	13,0	2,7	26
4. Микроэлементы в хелатной форме	11,1	12,8	12,5	12,1	1,8	18
Среднее	10,2	12,8	12,3	-	-	-
НСР ₀₅	1,4	1,5	0,9	-	-	-

Исследования в опыте с топинамбуром показали, что наибольший коэффициент размножения в среднем за 2016–2018 гг. (табл. 4) в пересчёте на 1 куст по обоим сортам был получен на вариантах применения препаратов с микроэлементами: по сорту Интерес – 82 шт./куст (+14 шт./куст, или 21%), по сорту Подмосковный – 42 шт./куст (+6 шт./куст, или 18%). Применение серосодержащего препарата позволило получить выход клубней по сорту Интерес – 70 шт./куст (+2 шт./куст., или 3% к контролю); по сорту Подмосковный – 40 шт./куст (+4 шт./куст., или 13%).

Таблица 4. Коэффициент размножения клубней топинамбура в зависимости от сорта и применяемого препарата, шт./куст

Наименование варианта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	± к контролю	% к контролю
Сорт Интерес (позднеспелый, с поздним сроком увядания зелёной массы)						
1. Вода – контроль	96	76	31	68	-	-
2. S в хелатной форме	101	76	32	70	2	3
3. Микроэлементы в хелатной форме	98	114	34	82	14	21
Среднее	98	89	32	-	-	-
НСР ₀₅	2,8	21,9	1,4	-	-	-
Сорт Подмосковный (среднеспелый, с ранним сроком увядания зелёной массы)						
1. Вода – контроль	37	55	16	36	-	-
2. S в хелатной форме	40	64	17	40	4	13
3. Микроэлементы в хелатной форме	39	71	17	42	6	18
Среднее	39	63	17	-	-	-
НСР ₀₅	1,5	8,2	0,6	-	-	-

Следовательно, для увеличения количества клубней картофеля предпочтительно применять серосодержащий препарат, а для топинамбура – препарат с микроэлементами.

Основным критерием оценки проведённых мероприятий при возделывании культуры является урожайность [9]. В среднем за три года на всех вариантах при уборке отмечена существенная разница между опытными и контрольными вариантами (табл. 5). Во влагообеспеченном 2016 г. в связи с поздней посадкой уборочную копку проводили менее чем через 90 дней после посадки. Надземная масса растений только начинала увядать. Это означало, что клубнеобразование могло еще продолжаться.

АГРОНОМИЯ

Таблица 5. Урожайность картофеля сорта Колобок, т/га

Наименование варианта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	± к контролю	% к контролю
1. Контроль	25,8	29,8	19,8	25,1	-	-
2. Вода – контроль	25,9	28,0	21,9	25,0	0,1	1
3. S в хелатной форме	27,5	34,0	23,9	28,5	3,3	13
4. Микроэлементы в хелатной форме	27,0	33,8	23,7	28,2	3,0	12
Среднее	26,6	31,4	22,3	-	-	-
НСР ₀₅	0,8	3,0	1,9	-	-	-

При анализе данных валовой урожайности картофеля (табл. 5) получено, что применение препарата с S в хелатной форме в среднем за три года дало прибавку урожайности 3,3 т/га (+13%) по сравнению с контрольным вариантом; применение препарата с микроэлементами в хелатной форме – 3,0 т/га (+12%). Усреднённая урожайность за 2016 г. составила 26,6 т/га, НСР₀₅ – 0,8 т/га. На вариантах обработки водой в 2017 г. урожайность оказалась ниже, чем на контроле, вследствие большого количества выпавших осадков. Метеоусловия 2016 и 2017 гг. исследований оказались очень влажными в течение периода вегетации картофеля. Усреднённая урожайность за 2017 г. составила 31,4 т/га (НСР₀₅ – 3,0 т/га), в менее благоприятном 2018 г. – 22,3 т/га (НСР₀₅ – 1,9 т/га).

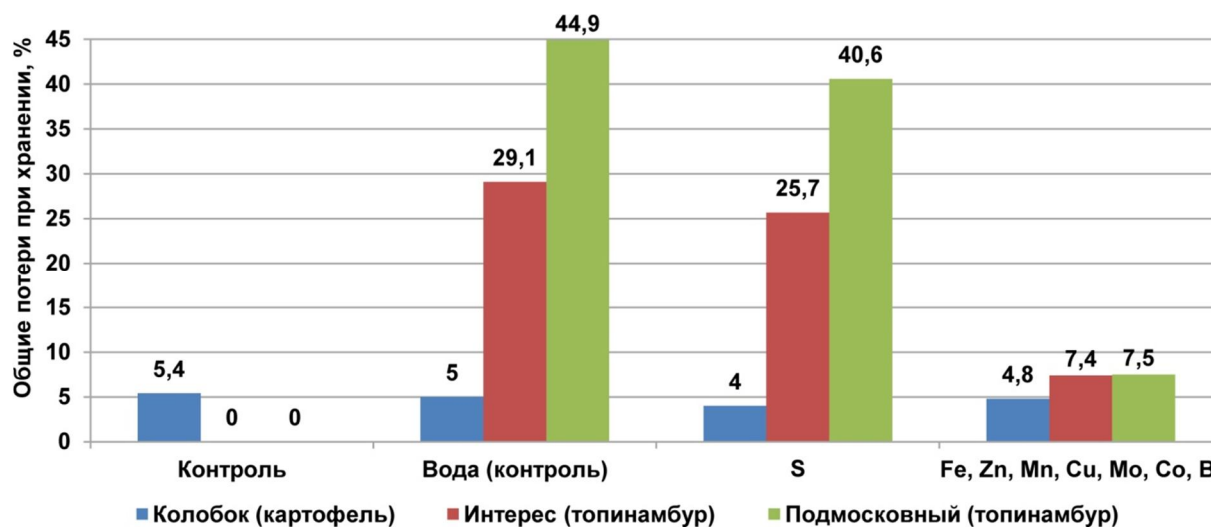
Применение испытуемых препаратов по итогам трёх лет позволило повысить урожайность среднеспелого сорта Колобок на 3,0–3,3 т/га (12–13%). Существенная прибавка урожайности подтверждает целесообразность использования препаратов с микроэлементами в хелатной форме при выращивании картофеля.

При анализе данных валовой урожайности топинамбура (табл. 6) получено, что применение препарата с S в хелатной форме в среднем за три года дало прибавку урожайности (по сравнению с контрольным вариантом) 1,93 т/га (+14%) по сорту Интерес и 0,73 т/га (+5%) – по сорту Подмосковный; применение препарата с микроэлементами в хелатной форме – 3,13 т/га (+23%) по сорту Интерес и 0,87 т/га (+6%) – по сорту Подмосковный. Усреднённая урожайность за 2016 г. составила 27,2 и 24,9 т/га (НСР₀₅ – 4,0 и 0,9 т/га). Усреднённая урожайность за 2017 г. составила 9,2 и 14,9 т/га (НСР₀₅ – 1,4 и 0,4 т/га), в менее благоприятном 2018 г. – 8,9 и 8,7 т/га (НСР₀₅ – 0,4 и 0,3 т/га).

Таблица 6. Урожайность клубней топинамбура в зависимости от применяемого препарата

Наименование варианта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	± к контролю	% к контролю
Сорт Интерес (позднеспелый, с поздним сроком увядания зелёной массы)						
1. Вода – контроль	22,6	9,2	8,4	13,4	-	-
2. S в хелатной форме	29,2	7,8	9,0	15,3	1,93	14
3. Микроэлементы в хелатной форме	29,8	10,6	9,2	16,5	3,13	23
Среднее	27,2	9,2	8,9	-	-	-
НСР ₀₅	4,0	1,4	0,4	-	-	-
Сорт Подмосковный (среднеспелый, с ранним сроком увядания зелёной массы)						
1. Вода – контроль	24,0	14,6	8,4	15,7	-	-
2. S в хелатной форме	25,0	15,4	8,8	16,4	0,73	5
3. Микроэлементы в хелатной форме	25,8	14,8	9,0	16,5	0,87	6
Среднее	24,9	14,9	8,7	-	-	-
НСР ₀₅	0,9	0,4	0,3	-	-	-

Влияние применения исследуемых препаратов на показатели сохранности клубней картофеля и топинамбура изучалось в течение трёх осенне-зимних периодов 2016–2017 гг., 2017–2018 гг. и 2018–2019 гг. (см. рис.). Общие потери при хранении включали: естественную убыль; потери на ростки; потери на отходы (гниль).



Общие потери при хранении в зависимости от применяемого при возделывании препарата, %

Общие потери при хранении клубнеплодов зависят от условий хранения и от качества заложенных на хранение клубней, что подтверждается полученными данными.

Испытуемые препараты положительно повлияли на лёжкость клубней при хранении. В среднем за три периода хранения клубней картофеля наименьшие общие потери оказались на вариантах выращивания картофеля с применением препарата с S в хелатной форме – общие потери составили 4,0% при 5,0–5,4% на контрольных вариантах. При применении препарата с микроэлементами в хелатной форме общие потери составили 4,8%.

В среднем за три периода хранения клубней топинамбура наименьшие общие потери оказались на вариантах выращивания с применением препарата с Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B в хелатной форме – общие потери составили 7,4–7,5% при 29,1 (Интерес) и 44,9% (Подмосковный) в контроле. При применении препарата с S в хелатной форме общие потери составили 25,7% (Интерес) и 40,6% (Подмосковный).

Выводы

1. В среднем за три года применение препарата, содержащего серу в хелатной форме, повысило массу ботвы картофеля до 392 г/куст (325 г/куст на контроле), коэффициент размножения – на 2,7 шт./куст (26%), урожайность клубней – на 3,3 т/га (13%) при снижении общих потерь при хранении на 1,4%.

Применение препарата с микроэлементами (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B) в хелатной форме повысило массу ботвы картофеля до 354 г/куст, коэффициент размножения – на 1,8 шт./куст (18% к контролю), урожайность клубней – на 3,0 т/га (12%) при снижении общих потерь при хранении на 0,6%.

2. В среднем за три года применение препарата, содержащего серу в хелатной форме, повысило массу надземной части растений топинамбура до 1,15 и 1,02 кг/куст (1,10 и 0,91 кг/куст на контроле), коэффициент размножения – на 2,3 и 4,5 шт./куст (+3 и +13% к контролю), урожайность клубней – на 1,93 и 0,73 т/га (14 и 5%) при снижении общих потерь при хранении на 3,4–4,3%.

3. Применение препарата с микроэлементами (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B) в хелатной форме повысило массу надземной части растений топинамбура до 1,20 и 1,02 кг/куст,

коэффициент размножения – на 14,4 и 6,4 шт./куст (+21 и +18% к контролю), урожайность клубней – на 3,13 и 0,87 т/га (23 и 6%) при снижении общих потерь при хранении на 21,7–37,4%.

4. Существенная прибавка урожайности подтверждает целесообразность использования препаратов с микроэлементами в хелатной форме при выращивании клубнеплодов картофеля и топинамбура.

5. Для увеличения количества и повышения сохранности клубней картофеля предпочтительно применять серосодержащий препарат, а для топинамбура – препарат с микроэлементами.

6. Для повышения урожайности клубнеплодов картофеля и топинамбура важно продолжить поиск новых элементов технологии выращивания, при этом необходимо рассмотреть варианты внекорневых обработок.

Библиографический список

1. Анспок П.И. Микроудобрения : справочник / П.И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Битюцкий Н.П. Необходимые микроэлементы растений : учебник / Н.П. Битюцкий. – Санкт-Петербург : ДЕАН, 2005. – 256 с.
3. Голубев И.М. О геохимической экологии микроэлементов, тяжелых металлов / И.М. Голубев // Проблемы экологии в сельском хозяйстве : сборник тезисов конференции (Россия, г. Пенза, 25–26 февраля 1993 г.). – Пенза : Приволжский Дом научно-технической пропаганды, 1993. – Ч. 1. – С. 28–30.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б.А. Доспехов. – 6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва : Альянс, 2011. – 350 с.
5. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас ; пер с англ. – Москва : Мир, 1989. – 439 с.
6. Коршунов А.В. Управление величиной и качеством урожая при интенсивной технологии возделывания : дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.09.01 / А.В. Коршунов. – Москва, 1990. – 369 с.
7. Кремнийсодержащие удобрения на картофеле в Центральном регионе России / Л.С. Федотова, С.В. Жевора, Н.А. Тимошина и др. // Плодородие. – 2020. – № 1 (112). – С. 58–61.
8. Куркаев В.Т. Агрохимия : учебное пособие / В.Т. Куркаев, А.Х. Шеуджен. – Майкоп : ГУП РИПП Адыгея. – 2000. – 550 с.
9. Лорх А.Г. Динамика накопления урожая картофеля / А.Г. Лорх. – Москва : Сельхозиздат, 1948. – 191 с.
10. Методика исследований по культуре картофеля / Отд-ние растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. Науч.-исслед. ин-т картофельного хоз-ва. – Москва, 1967. – 263 с.
11. Новиков Н.Н. Биохимические основы формирования качества продукции растениеводства : учебное пособие / Н.Н. Новиков. – Москва : Изд-во РГАУ–МСХА, 2014. – 194 с.
12. Применение хелатных форм микроэлементов в технологии производства гранулированных удобрений НРК / Д.А. Макаренков, В.И. Назаров, М.Н. Шелаков, А.П. Попов // Актуальные вопросы химической технологии и защиты окружающей среды : сборник материалов VII Всероссийской конференции с международным участием (Россия, г. Чебоксары, 19–20 апреля 2018 г.). – Чебоксары: Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 2018. – С. 139–140.
13. Старовойтов В.И. Механизация возделывания топинамбура в органическом земледелии / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // АПК России. – 2016. – Т. 23, № 4. – С. 841–844.
14. Старовойтов В.И. Топинамбур как кормовой ресурс / В.И. Старовойтов, О.А. Старовойтова, А.А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». – 2014. – № 3. – С. 24–26.
15. Усанова З.И. Влияние комплексонов микроэлементов на формирование урожайности топинамбура : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции / З.И. Усанова, О.А. Булюкина // Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК (Россия, г. Тверь, 29–31 мая). – Тверь : Изд-во Тверской ГСХА, 2017. – С. 8–11.
16. Черемисин А.И. Влияние некорневых подкормок на продуктивность оздоровленного исходного материала раннеспелых сортов картофеля / А.И. Черемисин, И.А. Якимова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2018. – № 4 (53). – С. 199–204.
17. Шеуджен А.Х. Биогеохимия / А.Х. Шеуджен. – Майкоп : Адыгея. – 2003. – 1027 с.
18. Эффективность регуляторов роста при возделывании картофеля / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Картофель и овощи. – 2018. – № 12. – С. 21–24.

19. Bach V. Production of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) and Impact on Inulin and Phenolic Compounds / V. Bach, M.R. Clausen, M. Edelenbos // In Book: Processing and Impact on Active Components in Food. – 2015. – Pp. 97–102. DOI: 10.1016/B978-0-12-404699-3.00012-3.

20. Influence of growing environment on potato tubers quality / O.A. Starovoitova, A.N. Mute, A.A. Manoquina, V.I. Starovoitov, D.A. Makarenkoff, V.I. Nazarov, H.N.O. Nasibov // International Conference on World Technological Trends in Agribusiness IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 624. – No. 012011. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012011 1.

21. Starovoitov V.I. Prospects of potato growing techniques in wide rows / V.I. Starovoitov, O.A. Pavlova, N.V. Voronov // In Book: Potato production and innovative technologies. – Editors: Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. – Wageningen, 2007. – Pp. 246–251.

22. Starovoitova O.A. The study of physical and mechanical parameters of the soil in the cultivation of tubers / O.A. Starovoitova, V.I. Starovoitov, A.A. Manokhina // Journal of Physics: Conference Series International Conference on Applied Physics, Power and Material Science. – 2019. – No. 012083.

23. Submerged fermentation of Jerusalem artichoke pulp and extract by *Lactobacillus* / V.I. Panfilov, B.A. Karetkin, T.V. Guseva, J. Averina, M. Soldatenok // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 2017. – Vol. 17 (61). – Pp. 1065–1070.

24. The impact of cover crops and foliar application of micronutrients on accumulation of macronutrients in potato tubers at technological maturity stage / R. Gaj, B. Murawska, E. Fabisiak-Spychaj et al. // European Journal of Horticultural Science. – 2018. – Vol. 83 (6). – Pp. 345–355.

25. Wulkow A. Effect of calcium and boron in potato tubers (*Solanum tuberosum*) of various cultivars differing in blackspot susceptibility / A. Wulkow, E. Pawelzik, B. Heckl // Conference of European Association for potato research / Potato for a changing world: 17-th International Conference of European Association for potato research: abstract of papers and posters. – Brasov, 2008. – Pp. 228–229.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Оксана Анатольевна Старовойтова – доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии и инновационных проектов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»), Россия, Московская область, п. Красково, e-mail: agronir2@mail.ru.

Виктор Иванович Старовойтов – доктор технических наук, профессор, зав. отделом технологии и инновационных проектов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»), Россия, Московская область, п. Красково, e-mail: agronir1@mail.ru.

Александра Анатольевна Манохина – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: alexman80@list.ru.

Валерия Александровна Чайка – аспирант отдела технологии и инновационных проектов ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» (ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»), Россия, Московская область, п. Красково, e-mail: agronir2@mail.ru.

Жасур Жуманазарович Аллаяров – аспирант кафедры сельскохозяйственных машин ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, e-mail: alexman80@list.ru.

Дата поступления в редакцию 12.04.2021

Дата принятия к печати 28.05.2021

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Oksana A. Starovoitova, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Technology and Innovation Projects Department, Russian Potato Research Center, Russia, Moscow Oblast, Kraskovo, e-mail: agronir2@mail.ru.

Viktor I. Starovoitov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Technology and Innovation Projects Department, Russian Potato Research Center, Russia, Moscow Oblast, Kraskovo, e-mail: agronir1@mail.ru.

Aleksandra A. Manokhina, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Dept. of Farm Machinery, Russian Timiryazev State Agrarian University, Russia, Moscow, e-mail: alexman80@list.ru.

Valeriya A. Chajka, Postgraduate Student, Technology and Innovation Projects Department, Russian Potato Research Center, Russia, Moscow Oblast, Kraskovo, e-mail: agronir2@mail.ru.

Zhasur Zh. Allayarov, Postgraduate Student, Dept. of Farm Machinery, Russian Timiryazev State Agrarian University, Russia, Moscow, e-mail: alexman80@list.ru.

Received April 12, 2021

Accepted after revision May 28, 2021