

УДК 635.21:581.14:631.8

<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-210-217>**Т. Н. Сидоренко, С. А. Коломоец, Л. Г. Тихонова**

РУП «Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция»

Национальной академии наук Беларуси, аг. Довск, Рогачевский район

E-mail: goshos@mail.gomel.by; sidorenkotamara@mail.ru

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* КАРТОФЕЛЯ****РЕЗЮМЕ**

В статье приведены результаты исследований по определению оптимальной концентрации макро- и микроудобрений НаноКремний, Кристалон (универсальный, желтый, коричневый), FERTIKA люкс, Batr max в питательной среде для ускоренного размножения микрочеренков картофеля в *in vitro* за счет эффективности их действия на рост корневой системы, высоты стебля и числа междоузлий. Установлено, что максимальное количество корней и наибольшая их длина у исследуемых сортов Першацвет (11,1–11,2 шт. и 6,0–6,1 см) и Рубин (10,8–10,9 шт. и 6,2–6,5 см) отмечена в вариантах с применением удобрений Кристалон желтый и коричневый с концентрацией 0,4 г/л. Наибольшее количество междоузлий у сорта Першацвет получено в вариантах с добавлением в питательную среду препарата НаноКремний в дозе 0,05 мл/л, макро- и микроэлементов Кристалон желтый и FERTIKA люкс в дозе 0,4 мл/л (8,1 шт.), у сорта Рубин в варианте с добавлением в питательную среду удобрения Кристалон универсальный в дозе 0,4 мл/л (7,2 шт.).

**Ключевые слова:** картофель, сорт, культура *in vitro*, пробирочные растения, макро- и микроудобрения, наноудобрение, питательная среда Мурасиге-Скуга, Кристалон, НаноКремний, FERTIKA люкс, Batr max.

**ВВЕДЕНИЕ**

Картофель – важнейшая сельскохозяйственная культура, обеспечивающая питание населения и продовольственную безопасность страны. Высокая значимость этого продукта подтверждается постоянным ростом его производства в мире и стабильным спросом.

Главная задача оригинального семеноводства картофеля – быстрое размножение здорового исходного материала в объемах, необходимых для ведения элитного семеноводства. Существующие технологии производства исходного материала направлены на увеличение коэффициента размножения и защиту материала от повторного заражения. С целью совершенствования технологий размножения исходного материала перспективно использование новых форм микроудобрений и регуляторов роста растений с определенной направленностью действия, способствующей получению высококачественного семенного материала [1].

Особым аспектом технологии получения высококачественного семенного картофеля является его оздоровление методом апикальной меристемы и применением клонального микроразмножения растений [2]. Одним из путей совершенствования этого метода является поиск наиболее оптимального состава питательных сред и применение на регенерантах новых форм микроудобрений и регуляторов роста.

Оптимизация процессов клонального микроразмножения позволит получать оздоровленный от вирусов и другой инфекции посевной материал, который, в свою очередь, послужит гарантом высоких урожаев [3]. Использование современных биотехнологических способов получения исходного материала позволит усовершенствовать систему семеноводства в стране.

Одним из показателей в работе с культурой ткани является число сформированных междоузлий на регенерируемом растении. Чем выше их выход, тем больше микрорастений можно получать при черенковании в процессе ускоренного размножения. Этот показатель зависит от сортовых особенностей и частично может регулироваться внешними и внутренними факторами. К внешним относятся свет, тепло, влажность, а к внутренним – состав питательной среды [1].

В настоящее время во всех областях сельского хозяйства наряду с традиционными солевыми и хелатными формами удобрений широко используют наноудобрения. Впервые термин «нанотехнология» употребил Норио Танигути в 1974 г. Он назвал этим термином производство изделий размером несколько нанометров [4, 5]. Наноудобрения могут быть в виде одного элемента или находиться в комплексе [6]. Известно, что в результате применения наноудобрений растения получают оптимальное питание, что активизирует ферментативную активность на клеточном уровне, нормализует и интенсифицирует обменные процессы. Это приводит к укреплению иммунной системы, общему оздоровлению растений и увеличению урожайности (в среднем в 1,5–2,0 раза) [7–9].

Цель исследований – изучение эффективности действия макро- и микроудобрений на рост и развитие растений картофеля в культуре *in vitro*, обеспечивающих увеличение выхода черенков, а также установление оптимальной концентрации макро- и микроудобрений в питательной среде.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнялись в 2019–2020 гг. в лаборатории микрклонального размножения картофеля РУП «Гомельская ОСХОС» НАН Беларуси.

Объектом исследований служили пробирочные растения новых сортов картофеля белорусской селекции Першацвет – ранний и Рубин – среднепоздний.

Опыт проводился в лаборатории при температуре 18–23 °С, освещенность 500 лк, при 16 часовом световом периоде. В качестве контроля использовали стандартную среду Мурасиге-Скуга. Биометрические учеты проводили на 20-й и 30-й день после посадки регенерантов и на начало появления корешков. Опыт включал 13 вариантов по 120 растений в каждом. Всего было посажено 1 560 пробирочных растений.

Схема опыта:

1. Контроль – питательная среда Мурасиге-Скуга;
2. Питательная среда Мурасиге-Скуга + НаноКремний – 0,050 мл/л;
3. Питательная среда Мурасиге-Скуга + НаноКремний – 0,15 мл/л;
4. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Кристалон универсальный – 0,2 г/л;
5. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Кристалон универсальный – 0,4 г/л;
6. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Кристалон желтый – 0,2 г/л;
7. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Кристалон желтый – 0,4 г/л;
8. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Кристалон коричневый – 0,2 г/л;
9. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Кристалон коричневый – 0,4 г/л;
10. Питательная среда Мурасиге-Скуга + FERTIKA люкс – 0,2 г/л;

11. Питательная среда Мурасиге-Скуга + FERTIKA люкс – 0,4 г/л;

12. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Batr max – 3 мл/л;

13. Питательная среда Мурасиге-Скуга + Batr max – 5 мл/л.

Содержание питательных веществ в применяемых макро- и микроудобрениях:

– НаноКремний (Si – 50 %, Fe – 6, Cu – 1, Zn – 0,5 %);

– Кристалон универсальный (NPK – 18:18:18 %, MgO – 3,0 %, S – 5,0, B – 0,025, Cu – 0,01, Fe – 0,07, Mn – 0,04, Zn – 0,025, Mo – 0,004 %, EC – 0,9 г/л, pH – 4,5);

– Кристалон желтый (NPK – 13:40:13 %, S – 1,0 %, B – 0,025, Cu – 0,01, Fe – 0,07, Mn – 0,04, Zn – 0,025, Mo – 0,004 %, EC – 1,0 г/л, pH – 4,3);

– Кристалон коричневый (NPK – 3:11:38 %, MgO – 4,0 %, S – 27,5, B – 0,025, Cu – 0,01, Fe – 0,07, Mn – 0,04, Zn – 0,025, Mo – 0,004 %, EC – 1,3 г/л, pH – 3,1);

– FERTIKA люкс (NPK – 16,0:20,6:27,1 %, Fe – 0,1 %, B – 0,02, Cu – 0,01, MgO – 0,1, Mo – 0,002, Zn – 0,01 %);

– Batr max (N – 6 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 7, K<sub>2</sub>O – 10, SO<sub>3</sub> – 2, B – 0,18, MgO – 0,05, Fe – 0,03, Mo – 0,025, Co – 0,01 %).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе изучения пробирочных растений отмечено, что у сортов картофеля Першацвет и Рубин начало образования корней приходится на 5–7 день после посадки. У сорта Першацвет по всем вариантам начало образования корней отмечено на пятый день после посадки, кроме контроля и варианта с микроудобрением Batr max, где образование корней приходится на шестой и восьмой день соответственно. По сорту Рубин рост корней был индуцирован на пятый день после посадки с применением Кристалона универсального и желтого на сутки раньше, чем в контроле и в вариантах с применением (шесть дней). В варианте с применением микроудобрения Batr max начало образования корней отмечено на седьмой день после посадки.

На 30-й день после посадки по всем вариантам с добавлением различных марок макро- и микроудобрений прослеживается тенденция к увеличению образования корней, а также их длины: у сорта Першацвет – на 1,4–2,2 шт., у сорта Рубин – на 1,0–2,1 шт. При этом максимальное количество корней и их наибольшая длина у исследуемых сортов отмечена в вариантах с применением Кристалона желтого и коричневого с концентрацией 0,4 г/л: Першацвет (11,1–11,2 шт. и 6,0–6,1 см) и Рубин (10,8–10,9 шт. – 6,2–6,5 см). В вариантах с добавлением в питательную среду микроудобрения Batr max количество корней и их длина находились на уровне контроля по двум изучаемым сортам Першацвет и Рубин (табл. 1).

Большое значение для ускоренного размножения в культуре *in vitro* черенков микроклонов картофеля имеет число междоузлий, их размер и степень развития. На 20-й день после посадки у сорта Першацвет среднее число междоузлий составило 4,1–5,7 шт., у сорта Рубин – 3,8–4,8 шт. (табл. 2).

Наименьшее количество междоузлий у изучаемых сортов Першацвет и Рубин отмечено с микроудобрением Batr max – 4,1 и 3,8 шт., что на 31,9–25,8 % ниже, чем на контрольном варианте (4,9–3,8 шт.). С применением комплексного удобрения Кристалон желтый в концентрации 0,4 г/л количество междоузлий составило максимальное значение 5,7 шт. при высоте стебля 7,3 см у сорта Першацвет и у сорта Рубин – 4,8 шт. при высоте стебля 5,6 см в варианте с применением Кристалона универсального с концентрацией 0,4 г/л.

Число междоузлий в контрольном варианте на 30-й день составило 6,9 шт. при высоте стебля 10,8 см у сорта Першацвет, а у сорта Рубин – 6,2 шт. при высоте стебля

**РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ**

Таблица 1 – Формирование корней в зависимости от применяемых макро- и микроудобрений, сорт Першацвет, 2019–2020 гг.

Вариант	Концентрация препарата, мл, г/л питательной среды МС*	Начало образования корней (количество дней после посадки черенка)	Число корней, шт.		Длина корней на 30-й день, см	На 30-й день ± к контролю	
			на 20-й день	на 30-й день		число корней, шт.	длина корней, см
Контроль – без обработки	–	6	6,0	9,0	5,3	–	–
НаноКремний	0,05	5	6,6	10,8	5,5	+1,8	+0,2
	0,15	5	6,7	10,7	5,6	+1,7	+0,3
Кристалон универсальный	0,2	5	6,5	10,4	5,6	+1,4	+0,3
	0,4	5	6,1	10,6	5,8	+1,6	+0,5
Кристалон желтый	0,2	5	5,9	10,7	5,6	+1,7	+0,3
	0,4	5	5,6	11,1	6,0	+2,1	+0,7
Кристалон коричневый	0,2	5	6,4	10,8	5,7	+1,8	+0,4
	0,4	5	6,3	11,2	6,1	+2,2	+0,8
FERTIKA люкс	0,2	5	6,0	10,4	5,8	+1,4	+0,5
	0,4	5	6,3	10,5	5,9	+1,5	+0,6
Batr max	3,0	7,5	5,7	9,3	5,5	+0,3	+0,2
	5,0	7,5	4,9	8,9	4,9	–0,1	–0,4
НСР <sub>05</sub>	–					0,93	0,49

\* МС – питательная среда Мурасиге-Скуга.

Таблица 2 – Формирование корней в зависимости от применяемых макро- и микроудобрений, сорт Рубин, 2019–2020 гг.

Вариант	Концентрация препарата, мл, г/л питательной среды МС*	Начало образования корней (количество дней после посадки черенка)	Число корней, шт.		Длина корней на 30-й день, см	На 30-й день ± к контролю	
			на 20-й день	на 30-й день		число корней, шт.	длина корней, см
Контроль – без обработки	–	6	5,0	8,8	5,3	–	–
НаноКремний	0,05	7	5,0	9,8	5,6	+1,0	+0,3
	0,15	6	5,3	10,3	6,1	+1,5	+0,8
Кристалон универсальный	0,2	5	5,6	10,1	5,6	+1,3	+0,3
	0,4	5	5,8	10,3	5,9	+1,5	+0,6
Кристалон желтый	0,2	5	5,8	10,9	6,5	+2,1	+1,2
	0,4	5	5,9	10,9	6,2	+2,1	+0,9
Кристалон коричневый	0,2	6	5,7	10,5	5,9	+1,7	+0,6
	0,4	6	5,6	10,8	6,5	+2,0	+1,2
FERTIKA люкс	0,2	6	5,8	10,2	6,0	+1,4	+0,7
	0,4	6	5,8	10,3	6,2	+1,5	+0,9
Batr max	3,0	7	4,6	8,7	5,3	–0,1	0
	5,0	7	4,5	8,5	5,4	–0,3	+0,1
НСР <sub>05</sub>	–					0,83	0,77

\* МС – питательная среда Мурасиге-Скуга.

РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

9,0 см. После применения комплексных микроудобрений в опытных вариантах растения были более мощными с хорошо развитыми листовыми пластинками, возросло количество междоузлий до 7,0–8,1 шт., или было на уровне контроля при высоте стебля 10,8–12,4 см у сорта Першацвет (табл. 3).

Такая же тенденция отмечена и по сорту Рубин. Все применяемые макро- и микроудобрения увеличивают количество междоузлий и высоту стебля, но их значение ниже, чем у сорта Першацвет, и составляет 6,2–7,2 шт. при высоте стебля 9,0–9,8 см. И только с добавлением в питательную среду микроудобрения Batr max по всем вариантам у исследуемых сортов Першацвет и Рубин как на 20-й, так и на 30-й день роста отмечено угнетение пробирочных растений картофеля. Они выглядели более слабыми и отставали по всем показателям от контроля, по числу междоузлий – на 1,1–2,2 шт., или 17,7–31,9 %, и высоте растений – на 1,1–3,3 шт., или 10,2–30,6 %, (табл. 4).

На 30-й день наибольшее количество междоузлий у сорта Першацвет получено в вариантах с добавлением в питательную среду НаноКремния в дозе 0,05 мл/л, микроэлементов марки Кристалон желтый и FERTIKA люкс в дозе 0,4 мл/л (8,1 шт. при высоте стебля 11,7–12,2 см), что на 1,2 шт., или 17,4 % больше, чем в контроле. Также достоверные прибавки получены и от применения НаноКремния в дозе 0,15 мл/л и Кристалона универсального и коричневого в дозе 0,4 г/л и составили 7,8–8,0 шт. при высоте стебля 11,1–12,1 см. В остальных вариантах при добавлении микроэлементов различных марок растения развивались на уровне контроля или незначительно опережали в своем развитии контрольные растения по всем показателям.

Таблица 3 – Влияние макро- и микроудобрений на рост и развитие растений *in vitro* картофеля, сорт Першацвет, 2019–2020 гг.

Вариант		Время проведения учета (дней после посадки)					На 30-й день ± к контролю	
Удобрение	Концен- трация препарата, мл, г/л питатель- ной среды МС*	20 дней		30 дней				
		Коли- чество меж- доуз- лий, шт.	Вы- сота стеб- ля, см	Коли- чество междо- узлий, шт.	Высо- та стеб- ля, см	Длина меж- доуз- лий, см	число междо- узлий, шт/%	высота расте- ний, см/%
Контроль – без обработки	–	4,9	5,8	6,9	10,8	1,6	–	–
НаноКремний	0,05	5,4	6,2	8,1	11,1	1,4	+1,2/17,4	+0,3/2,8
	0,15	5,3	5,9	8,0	11,7	1,5	+1,1/15,9	+0,9/8,3
Кристалон универсальный	0,2	5,1	6,2	7,3	10,8	1,5	0,4/5,8	0/0
	0,4	5,5	6,4	7,8	11,6	1,5	+0,9/13,0	+0,8/7,4
Кристалон желтый	0,2	5,4	7,5	7,0	11,8	1,7	+0,1/1,5	+1,0/9,3
	0,4	5,7	7,3	8,1	12,2	1,5	+1,2/17,4	+1,4/13,0
Кристалон коричневый	0,2	5,5	7,0	7,7	11,8	1,5	+0,8/11,6	+1,0/9,3
	0,4	5,4	7,0	7,8	12,1	1,6	+0,9/13,0	+1,3/12,0
FERTIKA люкс	0,2	5,1	6,9	7,7	12,4	1,6	+0,8/11,6	+1,6/14,8
	0,4	5,2	6,5	8,1	12,0	1,5	+1,2/17,4	+1,2/11,1
Batr max	3,0	4,8	5,9	6,4	9,7	1,5	–0,5/7,2	–1,1/10,2
	5,0	4,1	4,5	4,7	7,5	1,6	–2,2/31,9	–3,3/30,6
НСП <sub>05</sub>	–	–	–	–	–	–	0,80	0,89

\* МС – питательная среда Мурасиге-Скуга.

# РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

На 30-й день у сорта Рубин большее количество междоузлий получено в варианте с добавлением в питательную среду микроудобрения Кристалон универсальный в дозе 0,4 мл/л (7,2 шт. при высоте стебля 9,8 см), что на 1,0 шт., или 16,1 % больше, чем в контроле. Среднепоздний сорт Рубин более отзывчивый к применению микроудобрений марки Кристалон универсальный и желтый, используемых в опыте с различной дозировкой, а также НаноКремний в дозе 0,15 мл/л, получена достоверная прибавка, которая составляет 0,6–0,8 шт. (табл. 4).

В вариантах при добавлении микроэлементов марки FERTIKA люкс с разной дозировкой и Кристалон коричневый с дозой 0,2–0,4 г/л растения развивались на уровне контроля или незначительно опережали их в своем развитии по всем показателям от 4,8 до 8,1 %.

По отношению к сорту Першавец междоузлия у сорта Рубин короче и мощнее, с хорошо развитыми листовыми пластинками. Растения Першавца более требовательны к свету, при его недостатке вытягиваются междоузлия и мельчают листья.

После учетов в лабораторных условиях пробирочные растения сортов Першавец и Рубин высадили в теплице в торфогрунт. Учет приживаемости растений проводили на 10-й день после посадки, у сорта Першавец она составила 95,0–97,2 %, у сорта Рубин – 91,9–97,0 %.

Обработка корней растений *in vitro* картофеля исследуемых сортов перед посадкой различными марками микроудобрений по эффективности была на уровне контроля или чуть выше, увеличение процента приживаемости – в пределах НСР (табл. 5).

Таблица 4 – Влияние микроудобрений на рост и развитие растений *in vitro* картофеля, сорт Рубин, 2019–2020 гг.

Вариант		Время проведения учета (дней после посадки)					На 30-й день ± к контролю	
Удобрение	Концен- трация препарата, мл, г/л питатель- ной среды МС*	20 дней		30 дней				
		Коли- чество меж- доуз- лий, шт.	Вы- сота стеб- ля, см	Коли- чество меж- доуз- лий, шт.	Вы- сота стеб- ля, см	Длина меж- доуз- лий, см	число междо- узлий, шт/%	высота расте- ний, см/%
Контроль – без обработки	–	3,8	4,6	6,2	9,0	1,4	–	–
НаноКремний	0,05	4,4	4,8	6,2	9,1	1,4	0/0	+0,1/1,1
	0,15	4,6	5,1	7,1	9,7	1,3	+0,9/14,5	+0,7/7,8
Кристалон универсаль- ный	0,2	4,5	4,8	6,8	9,8	1,3	+0,6/9,7	+0,8/8,9
	0,4	4,8	5,6	7,2	9,8	1,2	+1,0/16,1	+0,8/8,9
Кристалон желтый	0,2	4,2	5,0	7,0	9,6	1,2	+0,8/12,9	+0,6/6,7
	0,4	4,6	5,4	6,8	9,7	1,3	+0,6/9,7	+0,7/7,8
Кристалон коричневый	0,2	4,6	5,7	6,3	9,2	1,5	+0,1/1,6	+0,2/2,2
	0,4	4,7	6,0	6,7	9,7	1,5	+0,5/8,1	+0,7/7,8
FERTIKA люкс	0,2	4,7	5,3	6,2	9,4	1,4	0/0	+0,4/4,4
	0,4	4,7	5,2	6,5	9,0	1,2	+0,3/4,8	0/0
Batr max	3,0	4,0	4,4	5,1	7,7	1,4	–1,1/17,7	–1,3/14,4
	5,0	3,8	4,2	4,6	7,1	1,5	–1,6/25,8	–1,9/21,1
НСР <sub>05</sub>							0.58	0.88

\* МС – питательная среда Мурасиге-Скуга.

## РАЗДЕЛ 5. СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ

Таблица 5 – Влияние макро- и микроудобрений на приживаемость растений картофеля после посадки в теплицу, 2019–2020 гг.

Вариант	Приживаемость растений <i>in vitro</i> на 10-й день после посадки в теплицу, %	
	Сорт Першацвет	Сорт Рубин
Контроль – без обработки	95,0	95,9
НаноКремний	95,0	96,7
Кристалон универсальный	97,2	96,9
Кристалон желтый	96,6	97,0
Кристалон коричневый	97,1	96,0
FERTIKA люкс	97,1	93,0
Batr max	95,8	91,9
НСР <sub>05</sub>	1,1	0,9

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований выделены наиболее эффективные удобрения с оптимальными дозами применения с целью получения хорошо развитых растений *in vitro* и максимальным выходом черенков картофеля.

Максимальное количество корней и наибольшая их длина у исследуемых сортов Першацвет (11,1–11,2 шт. и 6,0–6,1 см) и Рубин (10,8–10,9 шт. – 6,2–6,5 см) отмечена в вариантах с добавлением в питательную среду Мурасиге-Скуга комплексных удобрений с микроэлементами Кристалон желтый и коричневый с концентрацией 0,4 г/л.

На 30-й день наибольшее количество междоузлий у сорта Першацвет получено в вариантах с добавлением в питательную среду удобрений НаноКремний с дозировкой 0,05 мл/л, Кристалон желтый и FERTIKA люкс в дозе 0,4 мл/л (8,1 шт. при высоте стебля 11,7–12,2 см), что на 1,2 шт., или 17,4 % больше, чем в контроле. У сорта Рубин наибольшее количество междоузлий получено в варианте с добавлением в питательную среду удобрения Кристалон универсальный в дозе 0,4 мл/л (7,2 шт. при высоте стебля 9,8 см), что на 1,0 шт., или 16,1 % больше, чем в контроле.

### Список литературы

1. Влияние концентраций витаминов и гормонов в питательной среде на рост и развитие картофеля в культуре *in vitro* / Д. Л. Антонова [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодородию ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 322–332.
2. Сельскохозяйственная биотехнология : избр. работы : в 2 т. / Рос. акад. с.-х. наук [и др.] ; под ред. В. С. Шевелухи. – М. : Воскресенье, 2000. – Т. 2. – 402 с.
3. Муромцев, Г. С. Состояние исследований по регуляторам роста растений в России / Г. С. Муромцев, Б. Э. Данилина // Физиология растений. – 1994. – Т. 41. – № 5. – С. 779–787.
4. Эффективность применения наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Fe» в культуре *in vitro* картофеля / В. В. Анципович [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодородию ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 327–332.
5. Оценка эффективности современных микро- и наноудобрений в семеноводческих посадках картофеля / А. И. Попкович [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. /

Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 362–368.

6. Алфимова, М. М. Занимательные нанотехнологии / М. М. Алфимова. – М. : Бином, 2011. – 96 с.

7. Головин, Ю. И. Наномир без формул / Ю. И. Головин. – М. : Бином, 2012. – 543 с.

8. Богатство наномира. Фоторепортаж из глубины вещества / Е. А. Гудилин [и др.] ; под ред. Ю. Д. Третьякова. – М. : Бином, 2009. – 171 с.

9. Эрлих, Г. Малые объекты – большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии / Г. Эрлих. – М. : Бином, 2011. – 254 с.

Поступила в редакцию 21.09.2021 г.

T. N. SIDORENKO, S. A. KOLOMOETS, L. G. TIHONOVA

## EFFECTIVENESS OF MACRO- AND MICRO-FERTILIZERS IN THE CULTURE *IN VITRO* OF POTATOES

### SUMMARY

*The article presents the research results on determining the optimal concentration of macro- and micro-fertilizers NanoSilicon, Kristalon (universal, yellow, brown), FERTIKA Lux, Batr max in the growing medium for accelerated in vitro reproduction of potato micro-cuttings due to the effectiveness of their action on the growth of the root system, the height of the stem and the number of internodes. It was found that the maximum number of roots and their greatest length in the studied varieties Pershatsvet (11.1–11.2 pcs and 6.0–6.1 cm) and Rubin (10.8–10.9 pcs – 6.2–6.5 cm) was recorded when using the fertilizers Kristalon yellow and brown in a concentration of 0.4 g/l. The largest number of internodes in the Pershatsvet variety was obtained when using the Nanosilicon in a dose of 0.05 ml/l, macro- and micro-elements Kristalon yellow and FERTIKA Lux in a dose of 0.4 ml/l (8.1 pcs). In the Rubin variety, the largest number of internodes was obtained when using Kristalon universal in the growing medium in a dose of 0.4 ml/l (7.2 pcs).*

**Key words:** potatoes, variety, *in vitro* culture, tube plants, macro- and micro-fertilizers, nanofertilizer, Murashige and Skoog growing medium, Kristalon, NanoSilicon, FERTIKA Lux, Batr max.