

Выращивание мини-клубней картофеля в двух оборотах защищенного грунта в условиях РСО-Алания

© 2022. К. Т. Етдзаева, Е. В. Овэс✉

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха»,
г. Люберцы, Московская область, Российская Федерация

Цель проводимых исследований – выращивание мини-клубней картофеля в двух оборотах защищенного грунта с использованием в качестве посадочного материала микрорастений и микроклубней *in vitro*. Опыты проводили в 2019-2021 гг. на Северном Кавказе в Республике Северная Осетия-Алания. Исходный *in vitro* материал высаживали в весеннем (апрель-июнь) и летнем (август-октябрь) оборотах в поликарбонатных теплицах в 5 л горшках с торфяным субстратом. Объектом для исследований являлись сорта картофеля Гулливер, Садон и Кумач. В качестве вариантов для закладки опыта использовали микрорастения (контроль), микроклубни стандартные (размер > 9 мм в диаметре) и нестандартные (5-9 мм). По результатам проводимых биометрических наблюдений в период от образования всходов до достижения 20 см отмечено присутствие в вариантах с применением микроклубней невыравненности по высоте растений. В весеннем обороте выращивание мини-клубней из микрорастений способствовало формированию 6,9-8,0 шт/растение при выходе стандартной фракции 6,1-7,2 шт. Продуктивность в вариантах с посадкой микроклубней размером 5-9 мм снизилась в 1,6-1,9 раза по сравнению с микрорастениями. В летней культуре растения сформировали от 3,5 до 6,5 мини-клубней при выходе стандартной семенной фракции 53-72 %. Микроклубни размером > 9 мм сортов Гулливер и Кумач летней посадки отмечены более продуктивными, чем микрорастения. В среднем они сформировали 6,1-6,7 шт. на растение, что превысило контрольный вариант на 0,8-2,1 шт. По результатам проводимых исследований, общее количество сформированных мини-клубней при летней посадке получено в 1,2-1,4 раза ниже, чем при весенней. Применение двух оборотов в процессе выращивания мини-клубней в защищенном грунте способствовало увеличению количественного выхода производимого семенного материала за вегетационный сезон в 1,7 раза.

Ключевые слова: *Solnum tubersum* L., оригинальное семеноводство, микрорастения, микроклубни, мини-клубни, защищенный грунт, весенний оборот, летний оборот

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха» (тема № FGGM -2022-0010).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Етдзаева К. Т., Овэс Е. В. Выращивание мини-клубней картофеля в двух оборотах защищенного грунта в условиях РСО-Алания. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(4):441-449.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.441-449>

Поступила: 15.06.2022

Принята к публикации: 27.07.2022

Опубликована онлайн: 25.08.2022

Production of mini potato tubers in two rotations of protected ground in the conditions of North Ossetia-Alania

© 2022. Kristina T. Etdzaeva, Elena V. Oves ✉

Russian Potato Research Centre, Moscow region, Russian Federation

The aim of the research was to grow potato mini-tubers in two crop rotations of protected ground using micro-plants and micro-tubers *in vitro* as planting material. The experiments were carried out in 2019-2021 in the Republic of North Ossetia-Alania (the North Caucasus). The initial *in vitro* material was planted in spring (April-June) and summer (August-October) rotations in 5 L pots filled with peat substrate. The pots were placed in polycarbonate-lined greenhouses. The objects for the research were the potato varieties Gulliver, Sadon and Kumach. Microplants (control), standard (> 9 mm) and non-standard (5-9 mm) micro-tubers were used as variants for laying the experiment. According to the results of biometric observations in the period from sprouting to the plants reaching 20 cm, the presence of unevenness in plant height was noted in the variants with the use of micro-tubers. In the spring rotation, the cultivation of mini-tubers from microplants contributed to the formation of 6.9-8.0 pcs/plant with a standard fraction yield of 6.1-7.2 pcs. Productivity in variants with planting micro-tubers of 5-9 mm in size decreased by 1.6-1.9 times compared with micro-plants. In the summer rotation, the plants formed from 3.5 to 6.5 mini-tubers with a standard seed fraction yield of 53-72 %. Microtubers > 9mm (potato varieties: Gulliver and Kumach) in summer planting were more productive than micro-plants. On average, they formed 6.1-6.7 pcs/plant, which exceeded the control variant by 0.8-2.1 pcs. According to the results of the research, the total number of formed mini-tubers during summer rotation was 1.2-1.4 times lower than during spring rotation. The use of two rotations in the process of growing mini-tubers in protected ground contributed to an increase in the quantitative yield of produced seed material for the growing season by 1.7 times.

Keywords: *Solnum tubersum* L., original seed production, micro-plants, micro-tubers, mini-tubers, protected ground, spring rotation, summer rotation

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Russian Potato Research Centre (theme No. FGGM -2022-0010).

The authors thank the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

Conflict of interests: the authors stated that there was no conflict of interest.

For citations: Etgzaeva K. T., Oves E. V. Production of mini potato tubers in two rotations of protected ground in the conditions of North Ossetia-Alania. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(4):441-449. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.441-449>

Received: 15.06.2022

Accepted for publication: 27.07.2022

Published online: 25.08.2022

Выращивание качественного семенного материала картофеля начинается с ускоренного клонального размножения биоматериала в культуре ткани. В процессе его использования в оригинальном семеноводстве в основном применяют микрорастения [1, 2]. Их практическая заключается в ускоренном клональном размножении и выращивании необходимого объема исходного материала для высадки на субстрат [3]. При этом технология получения мини-клубней из микрорастений характеризуется сезонностью и высокими материальными затратами труда в период высадки на почвенный субстрат.

Длительность культивирования *in vitro* материала в культуре ткани и применяемые операционные процедуры в процессе тиражирования отражаются на показателе адаптивности растений при высадке на субстрат.

При пересадке в грунт биоматериал испытывает глубокий стресс, который длится до тех пор, пока не закончится переадаптация растений к новым условиям, что негативно влияет на весь последующий онтогенез, включая клубнеобразование [4].

В качестве альтернативного способа использования здорового материала для выращивания мини-клубней могут быть использованы микроклубни *in vitro*. Преимущество применения микроклубней заключается в отсутствии сезонности при их получении, возможности длительного хранения и высокой практической при транспортировке и высадке в защищенный грунт [5, 6].

Формирование микроклубней зависит, прежде всего, от генотипических особенностей сорта, а также от фотопериода, температуры и состава питательных сред [7, 8, 9]. Применение микроклубней в процессе выращивания мини-клубней отражено в результатах многих исследований. Результаты сравнительной оценки их использования в качестве исходного материала имеют противоречивый характер. Ряд авторов показывают преимущество использования микроклубней по количественному выходу мини-клубней [10, 11], другие отмечают, что применение исходного материала различного происхождения существенно не различается [6, 12], есть результаты,

отражающие проявление более высокого выхода стандартной фракции у растений из микроклубней [13, 14, 15].

В процессе выращивания исходного материала в южных регионах в вегетационный период применяются элементы технологий, позволяющие организовать производство мини-клубней в нескольких оборотах. В условиях РСО-Алания безморозный период превышает 180 дней. Средние температуры января колеблются от -10 до +6 °С, и зима длится всего лишь два-три месяца. Остальное время года занимают переходные сезоны — весна и осень, что является благоприятным фактором для выращивания картофеля в культивационных сооружениях. Средняя температура июля превышает 20 °С, лето продолжается от 4,5 до 5,5 месяца. Природно-климатические условия региона позволяют организовать и использовать для выращивания мини-клубней два оборота защищенного грунта.

В весеннем обороте растения лучше развиваются, чем при летних посадках [16]. Это объясняется как увеличением светового дня, так и умеренными дневными температурами при высадке в защищенный грунт. Однако наряду с преимуществами использования технологии выращивания мини-клубней в весенней культуре присутствуют и недостатки. Главным образом к ним относятся пониженные температуры в ночное время суток в начальный период роста и высокие дневные температуры в период клубнеобразования. В то время как в летней культуре адаптация микрорастений при высадке на субстрат происходит при повышенных температурах, но урожай клубней формируется при более благоприятных условиях.

Цель исследований — изучение продуктивности исходного материала картофеля в виде микрорастений и микроклубней *in vitro* при выращивании мини-клубней в двух оборотах защищенного грунта в условиях Республики РСО-Алания.

Научная новизна — оптимизирован технологический процесс выращивания мини-клубней в защищенном грунте в условиях Северного Кавказа с применением *in vitro* материала различного происхождения и разных сроков высадки исходного материала, способству-

ющий увеличению количественного выхода мини-клубней за вегетационный период.

Материал и методы. Для закладки вегетационных опытов использовали микро-растения и микроклубни *in vitro* новых перспективных сортов разных групп спелости: Гулливер – ранний, Садон – среднеранний и Кумач – среднеспелый. Опыты закладывали в поликарбонатных теплицах в горшках с торфяным субстратом объемом 5 л в двух оборотах – весенний и летний. В весеннем обороте посадку исходного материала проводили согласно агросрокам во второй-третьей декадах апреля с уборкой в конце июня. Для летней посадки материал высаживали в начале августа и убирали по мере воздействия заморозков, которые приходятся на середину ноября. Исследования проводили в 2019-2021 гг. в тепличном комплексе на базе семеноводческой компании ООО «Фат-Агро», варианты опыта включали: микро-растения (МР), микроклубни (МК) стандартные, размером > 9 мм в диаметре и нестандартные – 5-9 мм. Опыты в весенней и летней культуре закладывали в 4-кратной повторности по 20 учетных растений. В рамках каждого оборота проводили биометрические и фенологические наблюдения. По каждому сорту и варианту в период уборки урожая проводили сортировку, подсчет и взвешивание мини-клубней. Технология выращивания

растений в защищенном грунте общепринятая для региона.

Результаты и их обсуждение. Основными показателями, характеризующими адаптивную способность *in vitro* материала после его высадки в защищенный грунт, являются приживаемость микро-растений и всхожесть микроклубней. По результатам проведенных наблюдений, данные параметры в весеннем обороте зависели от происхождения *in vitro* материала. Независимо от сроков высадки исходного материала в защищенном грунте приживаемость микро-растений составила 100 %, всхожесть микроклубней варьировала в незначительных пределах у стандартной фракции 98-100 % и 93-95 % у нестандартной. Полные всходы в вариантах с применением микроклубней *in vitro* были отмечены на 20-й день. Микроклубни формировали невыравненные всходы, и такие растения в начальный период роста более чем в два раза уступали по высоте контрольному варианту. Дальнейшее развитие приводило к улучшению показателя «выравненность растений» из микроклубней, но по высоте они все еще уступали контролю.

Растения из микроклубней размером > 9 мм в диаметре на первом этапе роста (20-40 день) существенно уступали контрольному варианту, оценка на 50-й день от посадки показывает присутствие выравнивания растений по высоте (табл. 1).

**Таблица 1 – Развитие микро-растений и микроклубней картофеля в весенней культуре (среднее за 2019-2021 гг.) /
Table 1 – The growth of micro-plants and micro-tubers of potatoes during spring planting period (2019-2021)**

Сорт / Variety	Вариант / Variant	Всхо- жесть, % / Germination, %	Высота растений, см / Plant height, cm				Стеблей, шт/растение / Stems, pcs/plant	Масса ботвы, г/растение / Mass of green mass, g/plant
			20*	30	40	50		
Гулливер / Gulliver	МР – контроль / Micro-plants – control	99,6	11,8	22,8	32,6	49,6	1,9	164,3
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	98,6	7,5	12,3	25,1	48,8	2,1	183,0
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	93,0	5,5	10,4	22,5	36,8	1,0	124,0
Садон / Sadon	МР – контроль / Micro-plants – control	100,0	14,2	28,4	38,2	51,3	1,4	184,7
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	100,0	9,7	19,2	34,1	47,1	1,6	188,0
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	95,3	5,2	10,4	20,5	38,6	1,0	121,3
Кумач / Kumach	МР – контроль / Micro-plants – control	99,6	15,6	26,4	40,0	52,4	2,0	203,3
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	98,0	10,4	19,4	32,2	49,0	2,1	209,6
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	94,3	7,6	12,3	22,3	36,1	1,4	138,7

* Количество дней от посадки / Number of days from planting

В защищенном грунте при выращивании мини-клубней большое влияние на продуктивность растений оказывает количество сформированных стеблей. В сложившейся практике из одного микрорастения обычно получают один стебель, однако в настоящее время разработаны технологические элементы, позволяющие повысить данный показатель. Применение микроклубней может увеличить количество сформированных стеблей до 2,5 шт.

В вариантах с применением микрорастений исследуемые сорта картофеля формировали 1,4-2,0 стебля. Использование для посадки стандартных микроклубней не увеличило количество стеблей (1,6-2,1 шт/растение), в то время как микроклубни не стандартной фракции уменьшили их количество по сравнению с контрольным вариантом в 1,4 раза.

Формирование биомассы в исследуемых вариантах варьировало в незначительных пределах и в годы исследований составило 164,3-203,3 г для микрорастений и 183,0-209,6 г для стандартных микроклубней. Наибольшие показатели биомассы отмечены у сорта Кумач.

Выращивание исходного материала в летней посадке в целом проходило с соблюдением тех же закономерностей, что и в весенней: приживаемость микрорастений составила 98-100%, всхожесть микроклубней – 98-100%, наблюдалась не выравненность в развитии растений из микроклубней на первом этапе роста. В среднем растения сформировали по 1-2 стебля (табл. 2). Биомасса при летней посадке оказалась меньше, чем в весенней и составила 134-174 г для микрорастений и 150-184 г – для стандартных микроклубней.

Таблица 2 – Параметры роста и развития *in vitro* материала картофеля в летней культуре (среднее за 2019-2021 гг.) /

Table 2 – *In vitro* growth and development parameters of potatoes the material during the summer planting period (2019-2021)

Сорт / Variety	Вариант / Variant	Всхо- жесть, % / Germination, %	Высота растений, см / Plant height, cm				Стеблей, шт/растение / Stems, pcs/plant	Масса ботвы, г/растение / Mass of green mass, g/plant
			20*	30	40	50		
Гулливер / Gulliver	МР – контроль / Micro-plants – control	98,3	6,2	15,4	23,7	36,8	1,7	160,0
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	99,7	3,8	14,2	23,8	35,1	1,7	172,3
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	97,0	2,4	10,9	17,4	22,2	1,1	91,3
Садон / Sadon	МР – контроль / Micro-plants – control	100,0	5,5	12,7	21,7	35,0	1,4	133,7
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	98,3	4,0	11,4	18,5	33,9	1,5	150,3
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	97,7	2,3	8,1	16,4	22,2	1,0	78,7
Кумач / Kumach	МР – контроль / Micro-plants – control	99,3	5,7	12,9	24,5	39,6	2,0	174,0
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	99,7	4,3	10,4	20,6	38,5	2,1	183,7
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	94,0	2,8	8,1	13,1	21,6	1,0	89,3

* Количество дней от посадки / Number of days from planting

По результатам проводимой биометрической оценки при выращивании микрорастений в двух оборотах защищенного грунта наиболее благоприятные условия для роста и развития складывались при весенней посадке. В летнем обороте микрорастения сортов Садон и Кумач сформировали в 1,2-1,4 раза меньше

биомассы. Использование в качестве посадочного материала стандартных микроклубней не повлияло на показатели формирования биомассы, в то время как применение нестандартной фракции привело к уменьшению параметров роста и развития в 1,7-1,9 раза по сравнению с контрольным вариантом.

Производственный эффект по итогам выращивания исходного материала в теплицах определяется количественным выходом мини-клубней. Продуктивность зависит от сортовых особенностей, качества высаженного *in vitro* материала, сроков посадки и технологии выращивания.

В весеннем обороте использование микрорастений и стандартных микроклубней в качестве посадочного материала способ-

ствовало формированию от 6,9 до 8,4 мини-клубней на растение. Наибольший выход стандартной семенной фракции отмечен в контрольном варианте (88-90 %). Применение нестандартных микроклубней привело к снижению количества сформированных мини-клубней в 1,6-1,9 раза, тем не менее, эти растения сформировали по 3,7-5,4 шт/растение при выходе стандартной фракции 59,5-65,1% (табл. 3).

Таблица 3 – Продуктивность исходного материала картофеля в весеннем обороте (среднее за 2019-2021 гг.) /
Table 3 – Productivity of the initial material of potato during spring rotation (average for 2019-2021)

Сорт / Variety	Вариант / Variant	Количество клубней, шт. / Number of tubers, pcs.			Выход стандарт- ной фракции, %/ Yield of the seed fraction, %
		всего/ in total	в том числе / including		
			стандартные / standard	нестандартные / non-standard	
Гулливер/ Gulliver	МР – контроль / Micro-plants – control	8,0	7,2	0,8	90,0
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	8,4	7,0	1,4	83,3
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	5,4	3,3	2,1	61,1
Садон / Sadon	МР – контроль / Micro-plants – control	6,9	6,2	0,7	89,8
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	7,1	6,4	0,7	90,1
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	4,3	2,8	1,5	65,1
Кумач / Kumach	МР – контроль / Micro-plants – control	6,9	6,1	0,8	88,4
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	8,0	7,1	0,9	88,7
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	3,7	2,2	1,5	59,5
НСР ₀₅ / LSD ₀₅		0,72	0,66	-	-

По результатам проводимой статистической обработки данных, варианты с использованием микроклубней > 9 мм сорта Кумач достоверно превысили на 1,1 шт. количества мини-клубней по сравнению с контрольным.

Важным показателем сформированных мини-клубней является их выход стандартных размеров [15]. В весенней культуре применение исходного материала в виде микрорастений и микроклубней >9 мм не отразилось на общем выходе мини-клубней стандартной фракции сортов Гулливер и Садон, вариант с использованием микроклубней сорта Кумач достоверно превысил контроль на 1,0 шт/растение. Мелкая фракция микроклубней в варианте МК 5-9 мм сформировала в 2,1-2,8 раза меньше стандартных мини-клубней.

В летней культуре исследуемые сорта картофеля по продуктивности отличались по сравнению с весенним оборотом. Применение микроклубней > 9 мм сортов Гулливер и Кумач достоверно увеличило количество сформированных мини-клубней по сравнению с микрорастениями. При этом превышение отмечено как по общему выходу (0,8-2,1 шт.), так и стандартной фракции (0,7-1,6 шт.). Выход стандартных мини-клубней в среднем составил 62,7-71,6 % (табл. 4).

Таким образом, общее количество сформированных мини-клубней при летней посадке получено в 1,2-1,4 раза меньше, чем при весенней, тенденция снижения количественного выхода мини-клубней в результате высадки нестандартных микроклубней сохранилась.

Таблица 4 – Продуктивность растений картофеля в летнем обороте (среднее за 2019-2021 гг.) /
Table 4 – Productivity of plants of potato during summer rotation (2019-2021)

Сорт / Variety	Вариант / Variant	Количество клубней, шт. / Number of tubers, pcs.			Выход стандарт- ной фракции, % / Yield of the seed fraction, %
		всего/ in total	в том числе / including		
			стандартные / standard	нестандартные / non-standard	
Гулливер / Gulliver	МР – контроль / Micro-plants – control	5,3	3,4	1,9	64,2
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	6,1	4,1	2,0	62,7
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	4,1	2,2	1,9	53,6
Садон / Sadon	МР – контроль / Micro-plants – control	4,7	2,9	1,8	61,7
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	4,9	3,3	1,6	67,3
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	3,6	1,9	1,7	52,8
Кумач / Kumach	МР – контроль / Micro-plants – control	4,6	3,2	1,4	69,6
	МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	6,7	4,8	1,9	71,6
	МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	3,5	2,3	1,2	65,7
НСР ₀₅ / LSD ₀₅		0,80	0,58	-	-

Результаты проводимого сравнительного статистического анализа при выращивании мини-клубней в различных оборотах защищенного грунта показали, что в весенней культуре растения из микрорастений и микро-клубней >9 мм по количеству сформированных мини-клубней не различались. Такие

растения сформировали от 7,4 до 7,7 мини-клубней при выходе стандартной фракции 6,6-6,9 шт., при этом характерной особенностью для них являлось присутствие высокой выравненности по коэффициенту размножения и выходу стандартной фракции ($C_v = 14,8-24,6\%$) (табл. 5).

Таблица 5 – Коэффициент размножения и выход стандартной фракции мини-клубней картофеля в разных оборотах защищенного грунта (среднее за 2019-2021гг.) /
Table 5 – Reproduction coefficient and yield of standard fraction of mini-tubers potato in different rotations of protected ground (2019-2021)

Вариант / Variant	Коэффициент размножения / Reproduction coefficient			Выход стандартной фракции / Yield of standard fraction		
	μ , шт. / μ , pcs	S^2 , шт. / S^2 , pcs	C_v , %	μ , шт. * / μ , pcs	S^2 , шт. / S^2 , pcs	C_v , %
Весенний оборот / Spring rotation						
МР – контроль / Micro-plants – control	7,4	1,6	20,3	6,6	1,2	24,6
МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	7,7	1,7	14,8	6,9	0,9	18,0
МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	4,6	0,7	13,5	2,8	0,6	10,2
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,72	-	-	0,66	-	-
Летний оборот / Summer rotation						
МР – контроль / Micro-plants – control	5,0	3,5	22,4	3,3	1,5	33,6
МК > 9 мм / Micro-tubers > 9 mm	5,8	3,8	34,8	4,0	2,4	31,4
МК 5-9 мм / Micro-tubers 5-9 mm	3,9	2,3	7,6	1,8	1,0	14,7
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	0,80	-	-	0,58	-	-

Примечания: μ – среднее значение; S^2 – дисперсия; C_v – коэффициент вариации /
 Notes: μ – average value; S^2 – variance; C_v – coefficient of variation.

В летнем обороте растения в вариантах с применением микроклубней > 9 мм отмечены более продуктивными по сравнению с микро-растениями. Они сформировали по 5,8 мини-клубней, при выходе стандартной фракции 4,0 шт., что достоверно превысило контроль на 0,8 и 0,7 шт., соответственно, при довольно широком диапазоне разброса показателей ($S^2 = 2,4-3,8$ шт.). Коэффициент вариации (C_v) в проводимом эксперименте превысил 31,4 %, что также указывает на отсутствие однородной совокупности в результатах проводимой статистической обработки данных. Тем не менее полученные количественные результаты выращенных мини-клубней летней посадки указывают на преимущество использования микроклубней в качестве посадочного материала.

Важным параметром, определяющим качество полученного оригинального семенного материала, является проведение диагностики и оценка на наличие скрытой зараженности фитопатогенами. Результаты диагностики растений по листовым пробам в производимом материале в двух оборотах защищенного грунта показали отсутствие патологий вирусного, бактериального и виroidного происхождения. Проводимый контроль качества указывает на соответствие полученного урожая мини-клубней нормативным требованиям исходного оздоровленного материала.

Заключение. По результатам биометрической оценки, наиболее благоприятными условиями для выращивания мини-клубней в защищенном грунте в условиях РСО-Алания является весенняя посадка. В летнем обороте при высадке микрорастений высота и биомасса

растений в 1,2-1,3 раза меньше, чем в весеннем. Растения в вариантах с применением стандартных микроклубней не уступили микрорастениям, в то время как применение нестандартной фракции по биометрической оценке оказалось в 1,3-1,6 раза ниже, чем в контрольном.

Продуктивность исходного материала в весенней культуре зависела от сортовых особенностей. В этом сроке выращивания исследуемые сорта сформировали от 6,9 до 8,4 мини-клубня. Происхождение посадочного материала не оказало существенного влияния на количественный выход мини-клубней. В летней культуре продуктивность снизилась в 1,2-1,4 раза.

Применение в качестве посадочного материала микрорастений и микроклубней показало, что в весенней культуре продуктивность исследуемых сортов картофеля зависела в большей степени от сортовых особенностей и сроков выращивания исходного материала в теплицах. В весенней культуре было сформировано от 6,9 до 8,4 мини-клубней, в то время как в летней количественный выход снизился в 1,2-1,4 раза и составил 4,6-6,1 шт. на растение. Выращивание мини-клубней в двух оборотах защищенного грунта способствовало увеличению количества мини-клубней за вегетационный сезон в 1,7 раза. В условиях Северного Кавказа применение технологии выращивания исходного материала с использованием двух оборотов защищенного грунта является эффективным элементом при создании дополнительного семенного фонда для оригинального семеноводства картофеля.

Список литературы

1. Dimante I., Gaile Z. Potato minitubers technology – its development and diversity: A review. Research for Rural Development. 2014;1:69-76. URL: https://www.researchgate.net/publication/287297089_Potato_minitubers_technology_its_development_and_diversity_A_review
2. Кшникаткин С. А., Ильин А. Н. Технология ускоренного оригинального семеноводства картофеля на безвирусной основе. Наука и Образование. 2019;2(2):273. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38578503>
3. Корнацкий С. А., Попкова А. А., Семенов А. Ж. Опыт использования рассады картофеля при выращивании мини-клубней в теплице. Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2018;(2 (35)):7-11.
4. Belguendouz A., Kaide Harche M., Benmahiou B. Evaluation of different culture media and activated charcoal supply on yield and quality of potato microtubers grown in vitro. Journal of Plant Nutrition. 2021;44(14):2123-2137. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1881545>
5. Sahin N. K., Benlioglu B., Ahmed H. A., Uranbey S. Effects of salt stress on expression level of Stdre b2 transcription factor and microtuberization of different potato genotypes. Journal of Animal and Plant Sciences-Japs. 2020;30(5):1246-1251. DOI: <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.5.0142>
6. Wrobel S. Assessment of potato microtuber and in vitro plantlet seed multiplication in field conditions – Growth, development and yield. Field crops research. 2015;178:26-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.03.011>

7. Yagiz A. K., Yavuz C., Tarim C., Demirel U., Caliskan M. E. Effects of Growth Regulators, Media and Explant Types on Microtuberization of Potato. *American Journal of Potato Research*. 2020;97(5):523-530. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-020-09801-4>
8. Овэс Е. В., Гаитова Н. А., Шишкина О. А. Индуцирование микроклубнеобразования новых перспективных сортов картофеля в асептической культуре. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020;15(4):48-54. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44688175>
9. Гизатуллина А. Т., Сташевски З. Изучение влияния сахарозы, кинетина, бензоаминопурина и фото-периода на массу и количество микроклубней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Невский в асептической культуре *in vitro*. *Достижения науки и техники АПК*. 2021;35(12):44-49. DOI: https://doi.org/10.53859/02352451_2021_35_12_44
10. Sharma A. K., Singh R. K., Buckseth T. Effect of method of planting of in vitro plantlets on potato minituber production under protected conditions. *Potato Journal*. 2017;44(2):135-138.
11. Dimante I., Mežaka I., Gaile Z. The effect of minituber weight on their field performance under a northern European environment. *Agronomy Research*. 2019;17(2):396-407. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.19.063>
12. Ozturk G., Yildirim Z. Tuber characteristics of disease free meristem clones of some potato genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*. 2020;25(2):174-180. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.831986>
13. Кошкарлова М. К., Лепп Ф. Р., Келик Л. А. Первичное семеноводство оздоровленного картофеля на Урале. *Теория и практика мировой науки*. 2019;(4):35-38. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41393260>
14. Ozkaynak E. Tuber size effects on yield and number of potato minitubers of commercial varieties in a greenhouse production system. *Turkish Journal of Field Crops*. 2021;26(1):123-128. DOI: <https://doi.org/10.17557/TJFC.950280>
15. Shahid A., Naeem K., Faisal N., Shazia E., Waljid N., Shahid M. A. *In vitro* effects of GA3 on morphogenesis of CIP potato explants and acclimatization of plantlets in field. *In Vitro Cellular Developmental Biology – Plant*. 2018;54:104-111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9874-x>
16. Gerieva F. T., Morgoev T. A. Innovative technologies for growing of mini-tubers in virus-free potato seed production. *Journal of Physics conference Series*. 2021;1942(1):012060. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1942/1/012060>
17. Етдзаева К. Т., Овэс Е. В. Технологические элементы выращивания миниклубней в различных оборотах защищенного грунта. *Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона: сб. научн. тр. под ред. В. Н. Мазурова*. Калуга: ФГБНУ «Калужский НИИСХ», 2019. С. 194-199.

References

1. Dimante I., Gaile Z. Potato minitubers technology – its development and diversity: A review. *Research for Rural Development*. 2014;1:69-76. URL: https://www.researchgate.net/publication/287297089_Potato_minitubers_technology_-_its_development_and_diversity_A_review
2. Kshnikatkin S. A., Ilyin A. N. Technology of the accelerated original seed production of potato on a virus-free basis. *Nauka i Obrazovanie = The Education and Science Journal*. 2019;2(2):273. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38578503>
3. Kornatskiy S. A., Popkova A. A., Semenov A. Zh. Experience in the use of potato seedlings for growing minitubers in greenhouse. *Teoreticheskie i prikladnye problemy agropromyshlennogo kompleksa = Theoretical & Applied Problems of Agro-industry*. 2018;(2 (35)):7-11. (In Russ.).
4. Belguendouz A., Kaide Harche M., Benmahiou B. Evaluation of different culture media and activated charcoal supply on yield and quality of potato microtubers grown in vitro. *Journal of Plant Nutrition*. 2021;44(14):2123-2137. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1881545>
5. Sahin N. K., Benlioglu B., Ahmed H. A., Uranbey S. Effects of salt stress on expression level of Stdb2 transcription factor and microtuberization of different potato genotypes. *Journal of Animal and Plant Sciences-Japs*. 2020;30(5):1246-1251. DOI: <https://doi.org/10.36899/JAPS.2020.5.0142>
6. Wrobel S. *Assessment of potato microtuber and in vitro plantlet seed multiplication in field conditions – Growth, development and yield*. *Field crops research*. 2015;178:26-33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.03.011>
7. Yagiz A. K., Yavuz C., Tarim C., Demirel U., Caliskan M. E. Effects of Growth Regulators, Media and Explant Types on Microtuberization of Potato. *American Journal of Potato Research*. 2020;97(5):523-530. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-020-09801-4>
8. Oves E. V., Gaitova N. A., Shishkina O. A. Induction of microtubing of new promising potato varieties in aseptic culture. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2020;15(4):48-54. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44688175>

9. Gizatullina A. T., Stashevski Z. Effects of sucrose, kinetin, benzoaminopurine, and photoperiod on the weight and number of microtubers in aseptic *in vitro* culture of nevsky potato (*Solanum tuberosum* L.) variety. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2021;35(12):44-49. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.53859/02352451_2021_35_12_44
10. Sharma A. K., Singh R. K., Buckseth T. Effect of method of planting of *in vitro* plantlets on potato mini-tuber production under protected conditions. *Potato Journal*. 2017;44(2):135-138.
11. Dimante I., Mežaka I., Gaile Z. The effect of minituber weight on their field performance under a northern European environment. *Agronomy Research*. 2019;17(2):396-407. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.19.063>
12. Ozturk G., Yildirim Z. Tuber characteristics of disease free meristem clones of some potato genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*. 2020;25(2):174-180. DOI: <https://doi.org/10.17557/tjfc.831986>
13. Koshkarova M. K., Lepp F. R., Kelik L. A. Pervichnoe semeno-vodstvo ozdorovlennogo kartofelya na Urale. *Teoriya i praktika mirovoy nauki = Theory and Practice of the World Science*. 2019;(4):35-38. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41393260>
14. Ozkaynak E. Tuber size effects on yield and number of potato minitubers of commercial varieties in a greenhouse production system. *Turkish Journal of Field Crops*. 2021;26(1):123-128. DOI: <https://doi.org/10.17557/TJFC.950280>
15. Shahid A., Naem K., Faisal N., Shazia E., Waljid N., Shahid M. A. *In vitro* effects of GA3 on morphogenesis of CIP potato explants and acclimatization of plantlets in field. *In Vitro Cellular Developmental Biology – Plant*. 2018;54:104-111. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11627-017-9874-x>
16. Gerieva F. T., Morgoev T. A. Innovative technologies for growing of mini-tubers in virus-free potato seed production. *Journal of Physics conference Series*. 2021;1942(1):012060. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1942/1/012060>
17. Etdzaeva K. T., Oves E. V. Technological elements of growing mini-tubers in various rotations of protected ground. *Innovative developments for the development of agricultural sectors in the region: collection of scientific works*. edited by V. N. Mazurov. Kaluga: FGBNU «Kaluzhskiy NIISKh», 2019. pp. 194-199.

Сведения об авторах

Етдзаева Кристина Таймуразовна, младший научный сотрудник отдела меристемно-тканевых технологий и БЗСК, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», ул. Лорха, д. 23 литер В, д. п. Красково, г. Люберцы, Московская область, Российская Федерация, 140051, e-mail: coordinazia@mail.ru

✉ **Овэс Елена Васильевна**, доктор с.-х. наук, и.о. заместителя директора по научной работе, зав. отделом меристемно-тканевых технологий и БЗСК, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха», ул. Лорха, д. 23 литер В, д. п. Красково, г. Люберцы, Московская область, Российская Федерация, 140051, e-mail: coordinazia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5122-9583>, e-mail: oveselena@mail.ru

Information about the authors

Kristina T. Etdzaeva, junior researcher, the Department of Meristem Technologies, Russian Potato Research Centre, st. Lorkh, 23 B, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: coordinazia@mail.ru

✉ **Elena V. Oves**, DSc in Agricultural Science, acting Deputy Director for Science, Head of the Department of Meristem Technologies, Russian Potato Research Centre, st. Lorkh, 23 B, Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russian Federation, 140051, e-mail: coordinazia@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5122-9583>, e-mail: oveselena@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author