

Получение мини-клубней картофеля на основе системы капельного полива

Самбыла Ч.Н.¹, (✉)Свиркова С.В.^{1, 2}, Ходаева В.П.¹, Бессолицына О.Г.¹,
Позднякова И.В.¹, Сердюк В.А.¹

¹Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Кемеровская область – Кузбасс, п. Новостройка, Россия

²Кемеровский государственный университет

Кемерово, Россия

(✉)e-mail: svsvirkova@yandex.ru

В июне – сентябре 2024 г. с применением системы капельного полива в условиях контролируемой среды проведено исследование по выращиванию рассадным способом оздоровленных в культуре *in vitro* микрорастений шести районированных сортов картофеля разных групп спелости (Любава, Памяти Аношкиной – раннеспелые, Кемеровчанин, Невский, Танай – среднеранние, Тулеевский – среднеспелый). Растения размещали в 7-литровых сосудах, заполненных торфяным субстратом. Изучение проводили в течение 112 дней при температуре в помещении 19–22 °С, относительной влажности воздуха 70–85% и продолжительности фотопериода 16 ч. Взаимодействие созданных в лаборатории гидротермических условий и режима освещенности позволило достичь 99%-й приживаемости растений и хороших морфометрических показателей. Получены абсолютные и средние значения количественного выхода и продуктивности надземных побегов растений и мини-клубней. Установлено, что длина надземных побегов у исследуемых сортов картофеля получила наибольшее развитие до начала цветения (85–91%). Рост надземных побегов в длину заметно снижался к периоду формирования мини-клубней и составлял не более 23%. Растения с надземными побегами длиной 109–133 мм сформировали за вегетационный период 148–205 г зеленой массы. При этом ежесуточный прирост стебля у сортов составил 0,5–1,4 см. С одного растения по сортам было максимально получено от 4 до 10 мини-клубней, в среднем – от 2 до 4 шт. Из всего полученного количества мини-клубней (1113 шт.) 84,4% были морфологически сформированными для дальнейшего размножения. Средняя масса клубней с одного растения составила 56–146 г, средняя масса одного клубня – 20–69 г. Наибольшая средняя масса одного клубня зафиксирована у сортов Невский (42 г) и Любава (69 г) при диаметре клубней 49 и 61 мм. Применение капельного полива и регулируемой освещенности при выращивании мини-клубней районированных сортов картофеля позволило обеспечить выход до 71,0–89,8% стандартной фракции (9–60 мм), отвечающей требованиям ГОСТ 33996–2016.

Ключевые слова: картофель, районированные сорта, надземные побеги, мини-клубни, капельный полив, продуктивность

Production of potato minitubers using a drip irrigation system

Sambyla Ch.N.¹, (✉)Svirkova S.V.^{1, 2}, Khodaeva V.P.¹, Bessolitsyna O.G.¹,
Pozdnyakova I.V.¹, Serdyuk V.A.¹

¹Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre
of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Novostroika settlement, Kemerovo region – Kuzbass, Russia

²Kemerovo State University

Kemerovo, Russia

(✉)e-mail: svsvirkova@yandex.ru

In June – September 2024, using a drip irrigation system in a controlled environment, a study was conducted on growing *in vitro* cultured micro plants of six released potato varieties of different maturity groups (Lyubava, Pamyati Anoshkina – early-maturing, Kemerovchanin, Nevsky, Tanai – middle-early, Tuleyevsky – medium-maturing) using the seedling method. The plants were placed in

7-liter vessels filled with peat substrate. The study was conducted for 112 days at a room temperature of 19–22 °C, relative air humidity of 70–85%, and a photoperiod duration of 16 hours. The interaction of hydrothermal conditions and illumination mode created in the laboratory made it possible to achieve 99% plant acclimatization and good morphometric parameters. Absolute and average values of quantitative yield and productivity of aboveground plant shoots and minitubers were obtained. It was found that the length of aboveground shoots in the studied potato varieties was developed to the greatest extent before flowering of plants (85–91%). The growth of aboveground shoots in length significantly decreased by the period of minitubers formation and was no more than 23%. The plants with aboveground shoots 109–133 mm long formed 148–205 g of green mass during the growing season. At the same time, the daily stem growth of the varieties was 0.5–1.4 cm. A maximum of 4–10 minitubers were obtained from one plant for each variety, on average – from 2 to 4 pcs. Of the total number of minitubers obtained (1113 pcs.), 84.4% were morphologically formed for further propagation. The average weight of tubers per plant was 56–146 g, the average weight of one tuber was 20–69 g. The highest average weight of one tuber was observed in the Nevsky (42 g) and Lyubava (69 g) varieties with the corresponding diameters of 49 and 61 mm. The use of drip irrigation and controlled lighting in growing minitubers of released potato varieties made it possible to ensure an output of up to 71.0–89.8% of the standard fraction (9–60 mm), which meets GOST 33996–2016.

Keywords: potato, released varieties, above-ground shoots, minitubers, drip irrigation, productivity

Для цитирования: Самбыла Ч.Н., Свиркова С.В., Ходаева В.П., Бессолицына О.Г., Позднякова И.В., Сердюк В.А. Получение мини-клубней картофеля на основе системы капельного полива // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 7. С. 22–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-7-3>

For citation: Sambyla Ch.N., Svirnova S.V., Khodaeva V.P., Bessolitsyna O.G., Pozdnyakova I.V., Serdyuk V.A. Production of potato minitubers using a drip irrigation system. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 7, pp. 22–31. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-7-3>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Авторы выражают благодарность коллективу лаборатории автоматизации микрклонального размножения Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий РАН за помощь в установке системы капельного полива на базе Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства и поддержку в реализации научных исследований.

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the staff of the Laboratory of Automation of Microclonal Propagation of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences for their assistance in installing the drip irrigation system at the Kemerovo Research Institute of Agriculture and support in implementing scientific research.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в разных странах и регионах картофель остается одной из самых значимых продовольственных культур, посевные площади которой составляют 19 млн га [1, 2]. Рост общемирового объема производства картофеля до 378 млн т [2, 3] является гарантией продовольственной безопасности 160 государств. В России в 2024 г. данная культура занимала 1022 тыс. га пашни в хозяйствах всех категорий¹, обеспечивая валовой сбор 18,02 млн т². В связи с этим

многие авторы неоднократно указывали на необходимость обеспечения производства картофеля качественным семенным материалом, свободным от вирусных, виroidных, бактериальных, грибных фитопатогенов и полученным на основе культивирования микрорастений *in vitro* [4–7]. При этом акцентируется внимание на использовании потенциала сортов отечественной селекции [8].

На современном этапе развития картофелеводства вполне обосновано и актуально широкое использование инновационных тех-

¹Посевные площади Российской Федерации в 2024 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2024.

²Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2024 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2025.

нологий на всех этапах производства оригинальных семян различного класса [9]. Многие исследователи уделяют большое внимание разным способам получения мини-клубней картофеля, основанным на применении аэрогидропонной и иных ресурсосберегающих установок для ускоренного размножения новых и дефицитных сортов в соответствии с ГОСТ 33996–2016³⁻⁵ [6, 10–15].

Контролируемые условия освещения и автоматизация процесса орошения благодаря применению цифровых технологий капельного полива, а также использование здоровых микрорастений позволяют получать до двух оборотов мини-клубни картофеля за год. Это, несомненно, повышает рентабельность производства здорового семенного материала⁶ [9, 12, 16–18]. Поэтому оптимизация приемов культивирования микрорастений картофеля на инновационных установках для получения мини-клубней, соответствующих требованиям ГОСТ, актуальна для семеноводства культуры в зоне возделывания.

Впервые на базе Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства (КемНИИСХ) проведено комплексное исследование по выращиванию микрорастений и получению мини-клубней в контролируемых условиях на примере допущенных к использованию сортов картофеля отечественной селекции.

Теоретическая и практическая ценность исследования заключается в выработке приемов и методов повышения эффективности процесса получения мини-клубней картофеля при использовании системы капельного полива. Увеличение приживаемости растений и количества мини-клубней при сохранении морфометрических показателей будет способствовать улучшению агрономической практики и повышению урожайности культуры.

Целью данной работы являлось получение мини-клубней районированных сортов картофеля на основе применения системы капельного полива в условиях контролируемой среды на базе Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в июне – сентябре 2024 г. в лаборатории селекции, биотехнологии и агротехники картофеля КемНИИСХ. В качестве объектов исследования использовано 384 растения *in vitro* (Банк здоровых сортов картофеля) шести районированных сортов разных групп спелости: Любава и Памяти Аношкиной (раннеспелые), Невский, Танай и Кемеровчанин (среднеранние), Тулевский (среднеспелый), которые культивировали в культуре *in vivo*.

Перед посадкой рассадных растений методом ИФА проведено определение зараженности образцов скрытыми вирусными и бактериальными болезнями. Для выращивания мини-клубней использованы пластиковые сосуды диаметром 25 см и объемом 7 л, заполненные торфяным субстратом Агробалт-С (ООО «ПИНДСТРУП»). Сосуды с высаженными растениями размещали на модифицированной установке всесезонного производства безвирусного семенного картофеля категории «семена оригинальные» (модель УГСО-1, разработчик Алтайский центр прикладной биотехнологии АлтГУ).

Изучение проводили в течение 112 дней при температуре в помещении 19–22 °С, относительной влажности воздуха 70–85% и продолжительности фотопериода 16 ч. Для поддержания необходимой температуры воздуха использовали кондиционер Royal Clima

³Анисимов Б.В., Симаков Е.А., Жевора С.В., Овэс Е.В., Зебрин С.Н., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Блинков Е.Г., Юрлова С.М., Усков А.И., Зейрук В.Н., Федотова Л.С. Современные технологии производства семенного картофеля: практическое руководство / под общ. ред. Б.В. Анисимова. Чебоксары, 2018. 48 с.

⁴Жевора С.В., Овэс Е.В., Старовойтов В.И. Инновационная технология выращивания мини-клубней картофеля в системе аэрогидропонии: учеб. пособие. М., 2018. 84 с.

⁵ГОСТ 33996–2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ, 2017. 32 с.

⁶Хамидова М.А., Аржанухина Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н. Преимущества капельного полива // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIII Нац. конф. с междунар. участием (Саратов, 20–21 апр. 2023 г.) / под ред. Б.В. Фисенко. Саратов, 2023. С. 266–271.

Cassette DC Inverter (Clima Technologie S.r.l., Италия; производительность 11 кВт). Продолжительность освещения регулировали блоком автоматического управления при помощи светодиодных ламп LED-T-18-ФИТО (20 Вт, 230 В, G13). Для полива рассадных растений применяли систему капельного полива, состоящую из установки обратного осмоса ООС-0,25 (ООО «НПО «Акватех»»; производительность 0,3 м³/ч), водозаборного узла с емкостью воды 300 л, насосной станции «Акватех», магистральных, распределительных и поливных трубопроводов с установленными на концах капельницами. Полив проводили 2 раза в день по 50–70 мл/сосуд в течение 5–8 мин. Первая подкормка проведена органоминеральным удобрением Минавит Турбо в период вегетации, вторая – комплексным минеральным удобрением Florizel в период бутонизации и цветения. За 5 дней до уборки мини-клубней у растений были удалены надземные побеги и приостановлен полив.

Длину и массу надземных побегов растений учитывали путем определения длины и взвешивания, диаметр и массу мини-клуб-

ней – путем определения длины, взвешивания и подсчета мини-клубней отдельно по всем вариантам. Количество, диаметр, массу мини-клубней с одного растения и фракционный состав определяли в соответствии с установленными методиками⁷⁻⁹. Статистическую обработку данных осуществляли общепринятыми методами и с использованием пакета программ Statistica 7.0 от Windows¹⁰.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В контролируемых условиях среды впервые были получены данные о продуктивности надземных побегов и мини-клубней изучаемых районированных сортов картофеля отечественной селекции (см. табл. 1).

В период роста и развития растений длина побегов по сортам варьировала от 8–11 см (на этапе высадки в грунт) до 109–133 см (к началу уборки мини-клубней). Некоторые отличия прослеживались в период бутонизации и начала цветения. Так, у сортов Любава (раннеспелый), Невский (среднеранний) и Тулеевский (среднеспелый) длина побегов достигала 85–91 см, что на 16–25 см больше

Табл. 1. Продуктивность районированных сортов картофеля в контролируемых условиях среды (июнь – сентябрь 2024 г.)

Table 1. Plant productivity of the released potato varieties under controlled environmental conditions (June – September 2024)

Сорт	Надземные побеги				Мини-клубни			
	длина, мм		масса, г		диаметр, мм		масса, г	
	$\bar{x}$	min/max	$\bar{x}$	min/max	$\bar{x}$	min/max	$\bar{x}$	min/max
Любава	109	70/142	148	65/345	61	10/120	69	4/258
Кемеровчанин	128	83/163	203	90/305	30	10/60	20	2/154
Невский	118	75/160	219	110/390	49	28/90	42	4/134
Памяти Аношкиной	130	78/225	205	100/395	41	10/70	30	2/132
Танай	133	64/182	164	55/340	36	10/70	28	2/142
Тулеевский	132	84/187	202	80/295	42	10/70	27	2/120
НСР _{0,05}	14,2		42,1		18,4		29,1	

Примечание. В табл. 1 и 2: $\bar{x}$ – среднее арифметическое; min/max – минимальное и максимальное значение по сорту.

⁷Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля. М.: ВАСХНИЛ, 1982. 14 с.

⁸Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Альянс, 2011. 350 с.

⁹Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

¹⁰Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2012. 282 с.

по сравнению с побегами растений средне-ранних сортов Кемеровчанин и Танай. Однако к окончанию вегетации длина побегов у сортов Кемеровчанин и Танай достигла 128 и 133 см соответственно, т.е. значимых отличий по данному показателю от сортов Тулеевский (132 см) и Памяти Аношкиной (130 см) не установлено. Напротив, в этих же условиях длина побегов у сортов Любава и Невский не превысила 109 и 118 мм соответственно.

У всех исследуемых сортов картофеля наибольший прирост побегов отмечен к началу бутонизации и цветения (в среднем 56–83 см, 85–91%). За сутки этот показатель не превышал в среднем 1,4 см. Ежесуточный прирост побегов по сортам во второй период (от цветения до уборки) варьировал от 0,5 до 1,3 см. Определено, что растения с надземными побегами длиной 109–133 мм формировали за вегетационный период 148–205 г зеленой массы. Созданные в процессе исследования условия среды позволили независимо от сортовой специфики достичь 99% приживаемости растений.

Количественный выход мини-клубней с одного растения составил 1–10 шт., в среднем – 2–4 шт. (см. табл. 2).

Из табл. 1 и 2 видно, что диаметр мини-клубней варьировал от 10 до 120 мм (в среднем 30–61 мм), масса – от 2 до 258 г

(в среднем 20–69 г). Средняя масса мини-клубней с одного растения составила 56–146 г при среднем диаметре 77–146 мм. Наибольшие значения анализируемых признаков соответствовали сортам Любава (раннеспелый) – 61 мм и 69 г, а также Невский (среднеранний) – 49 мм и 42 г соответственно.

При таких высоких показателях диаметра и массы клубней указанные сорта сформировали и наибольшую по опыту продуктивность: 9313 г у сорта Любава и 8006 г у сорта Невский. Масса клубней у остальных изученных сортов была меньше на 56–71 и 29–48% соответственно. Поэтому урожайность сортов Кемеровчанин, Памяти Аношкиной, Тулеевский и Танай оказалась примерно в 2 раза ниже, чем у самых продуктивных образцов (Любава, Невский), которые по данному показателю между собой достоверно не отличались.

Сравнение наших данных с данными других авторов, полученными также в контролируемых условиях среды, показало интересные результаты. Выход мини-клубней с одного растения в условиях теплиц Архангельской области в среднем составил 2–6 шт. [6], Северного Кавказа (Республика Северная Осетия – Алания) – 3–8 шт. [9], Московской области – 8 шт., Нижнего Поволжья – 10 шт.^{11, 12}

Табл. 2. Количественный выход, диаметр и масса мини-клубней в контролируемых условиях среды (июнь – сентябрь 2024 г.)

Table 2. Quantitative yield, diameter and weight of minitubers under controlled environmental conditions (June – September 2024)

Сорт	Количество, шт./раст.		Диаметр, мм/раст.		Масса, г/раст.		
	$\bar{x}$	min/max	$\bar{x}$	min/max	общая	$\bar{x}$	min/max
Любава	2	1/4	128	63/274	9313	146	14/290
Кемеровчанин	4	1/10	90	10/291	3792	60	2/174
Невский	3,5	1/9	146	56/234	8006	125	8/186
Памяти Аношкиной	2	1/8	77	25/273	3567	56	4/168
Танай	3	1/7	96	20/233	4805	75	4/226
Тулеевский	3	1/10	87	26/238	3573	56	4/158
НСР _{0,05}	0,6		41		3410	53	

¹¹Анисимов Б.В., Чугунов В.С., Шатилова О.Н. Оптимизация технологических схем и объемов производства *in vitro* материала и мини-клубней в процессе оригинального семеноводства картофеля // Картофелеводство: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» (Москва, 7–9 июля 2014 г.). М., 2014. С. 158–163.

¹²Анципович В.В., Семенова З.А., Хадыко О.Н. Выращивание мини-клубней картофеля в условиях аэропоники с применением питательных растворов на основе среды Мурасиге-Скуга и водорастворимого удобрения «Leafdrip» // Земледелие и растениеводство. 2015. № 4. С. 21–22.

Использование жидких хелатных удобрений на питательном грунте Агробалт-Н при выращивании микрорастений картофеля в тоннельных укрытиях в Брянской области позволило стабилизировать получение мини-клубней до 6–11 шт. [19]. В представленных исследованиях на одном растении сформировалось от 1 до 10 мини-клубней (в среднем 2–4 шт.). Турецкие ученые с одного растения получили в среднем 6–8 мини-клубней массой 10–11 г¹³, что в 2–6 раз меньше по сравнению с представленными в нашей работе результатами. По данным М.К. Кокшаровой и Ш.Н. Каримовой, при получении 9–13 шт. с одного растения в среднем было получено 30–40 г мини-клубней¹⁴. Иранские ученые благодаря добавлению тиомочевина в почву получили 185 г мини-клубней с одного растения при средней массе одного клубня 25–32 г¹⁵.

Важно отметить, что в контролируемых условиях среды независимо от методов исследований многие авторы получали доста-

точно высокие показатели выхода мини-клубней стандартной фракции – 75–89% (см. сноска 11, 12). Результаты проведенных нами исследований показали, что выращивание мини-клубней на основе применения системы капельного полива позволяет обеспечить количественный выход стандартной фракции до 90%, соответствующей ГОСТ 33996–2016 (см. табл. 3). Установлено, что высокие показатели стандартной фракции получены за счет мини-клубней размером 21–40 и 41–60 мм, доля которых составила 23–52 и 10–35% соответственно.

При этом вклад мини-клубней размером менее 9 мм в формирование фракционного состава и общей массы мини-клубней по сортам оказался несущественным. У сортов Памяти Аношкиной, Танай и Любава указанная фракция составляла не более 9% от общего количества мини-клубней. Потенциал на закладку мини-клубней был выше у сортов Невский, Кемеровчанин, Тулеевский (16–27%). Однако масса одного мини-клубня фракции

Табл. 3. Выход различных по величине фракции мини-клубней, полученных на основе применения системы капельного полива (июнь – сентябрь 2024 г.)

Table 3. Yield of minituber fractions of different sizes obtained using a drip irrigation system (June – September 2024)

Сорт	Всего, шт.	Фракция, мм													
		Менее 9		9–20		21–40		41–60		Более 60		9–60 (стандарт)		9–60 и более (рабочая)	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Любава	149	14	9	2	1	34	23	47	32	52	35	83	56	135	91
Кемеровчанин	241	49	20	53	22	112	47	25	10	2	0,83	190	79	192	80
Невский	226	37	16	0	0	74	33	78	35	37	16	152	67	189	84
Памяти Аношкиной	126	7	6	3	2	66	52	44	35	6	5	113	90	119	94
Танай	187	16	9	28	15	96	51	44	23,5	3	1,6	168	90	171	91
Тулеевский	184	50	27	7	4	65	35	58	32	4	2	130	71	134	73
НСР _{0,05}		24,9		31,5		46,3		31,5		29,7		64,1		43,3	

¹³Özkaynak E., Samanci B. Yield and yield components of greenhouse, field and seed bed grown potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets // Agriculture Faculty of Akdeniz University. 2005. Vol. 18 (1). P. 125–129.

¹⁴Кокшарова М.К., Каримова Ш.Н. Семеноводство картофеля на Среднем Урале // Картофелеводство: материалы междунар. науч.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» (Москва, 7–9 июля 2014 г.). М., 2014. С. 217–222.

¹⁵Germchi S., Behrooz F.G., Badri S. Effect of Thiourea on Dormancy Breaking and Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Minutubers Marfona cv. in Greenhouse // International Conference on Environmental and Agriculture Engineering IPCBEE-2011. Singapore: IACSIT Pres., 2011. Vol. 15. P. 19–24.

менее 9 мм не превышала 1 г. По этой причине при учете продуктивности исследуемых сортов учитывались фракции 9 мм и более с морфологически сформированными мини-клубнями (73–94%).

Следует также обратить внимание на долю участия крупной фракции (более 60 мм). Так, у сортов Любава (раннеспелый) и Невский (среднеранний) крупная фракция составляла 35 и 16% соответственно. У остальных сортов ее вклад не превышал 5%.

ВЫВОДЫ

По материалам проведенных исследований сформулированы следующие выводы:

1. В процессе вегетации растений у всех изученных сортов картофеля длина надземных побегов получила наибольшее развитие к фазе цветения. Рост надземных побегов в длину заметно снижался к формированию мини-клубней и составлял не более 23%. Суточный прирост надземных побегов в среднем составлял 0,5–1,4 см. Установлено, что надземные побеги у разных сортов картофеля при средней длине 109–133 мм наращивали в среднем 148–219 г зеленой массы.

2. Взаимодействие созданных в лаборатории гидротермических условий и освещенности позволило достичь 99% приживаемости растений и получить 1113 мини-клубней. Из них 940 шт. (84,4%) были морфологически сформированными для дальнейшего размножения.

3. Применение капельного полива и регулируемой освещенности позволило в зависимости от сорта максимально получить с одного растения 4–10 мини-клубней (в среднем 2–4 шт.).

4. При широком варьировании массы мини-клубней по опыту в целом средние ее показатели составили 56–146 г/раст. В отдельных случаях масса одного клубня достигала в опыте 42 и 69 г при диаметре 49 и 61 мм соответственно.

5. Анализ фракционного состава мини-клубней показал высокий выход стандартной фракции до 71,0–89,8%, что позволяет отме-

тить эффективность применения системы капельного полива при получении мини-клубней, соответствующих ГОСТ 33996–2016.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что применяемые в работе методы, такие как капельный полив и регулируемая освещенность, являются эффективными для достижения высоких показателей приживаемости и продуктивности картофеля. Они могут быть рекомендованы для решения практических задач семеноводства картофеля. Дальнейшее изучение факторов и приемов культивирования в контролируемых условиях, влияющих на рост и развитие микрорастений картофеля, оздоровленных в культуре *in vitro*, будет направлено на увеличение количества мини-клубней при сохранении их морфометрических показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терновых К.С., Попов Д.Ю. Современные тенденции в развитии картофелеводства // Московский экономический журнал. 2020. № 12. С. 390–397. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10871.
2. Анисимов Б.В. Мировое производство картофеля: тенденции рынка, прогнозы и перспективы (аналитический обзор) // Картофель и овощи. 2021. № 10. С. 3–8. DOI: 10.25630/PAV.2021.45.71.008.
3. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Зебрин С.Н. Картофелеводство России: состояние и перспективы в новых условиях // Картофель и овощи. 2022. № 4. С. 3–6. DOI: 10.25630/PAV.2022.80.38.001.
4. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Гайзатулин А.С. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России // Картофель и овощи. 2020. № 12. С. 22–26. DOI: 10.25630/PAV.2020.49.70.005.
5. Белов Г.Л., Деревягина М.К., Зейрук В.Н., Васильева С.В. Фитопатологическая экспертиза сортов картофеля в условиях Московской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 5 (208). С. 8–21. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-8-21.
6. Шаманин А.А., Попова Л.А., Корелина В.А., Горовина Л.Н. Получение пробирочных ми-

- крорастений и мини-клубней картофеля в Архангельской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (220). С. 22–30. DOI: 10.53083/1996-4277-2023-2-22-30.
7. Ходаева В.П., Байгарашев Т., Лучникова Н.С. Оценка роста и развития перспективных гибридов картофеля в культуре *in vitro* // Инновационные решения в АПК. 2024. № 1 (1). С. 40–53.
8. Симаков А.В., Логинов Ю.П., Симакова Т.В. Урожайность и качество семенных клубней сортов картофеля в условиях Западной Сибири: монография. Тюмень, 2023. 154 с.
9. 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. Т. 23. № 4. С. 441–449. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.441-449.
10. Марданишин И.С., Шакирзянов А.Х., Кираев Р.С. Совершенствование технологии размножения оздоровленного посадочного материала в условиях гидропонной культуры и питомника первого полевого поколения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 130–143. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-12.
11. Латыпова А.Л., Цёма Л.Г. Выращивание мини-клубней ранних сортов картофеля Мишка и Ривьера на аэропонном модуле // Вестник Вятской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (7). С. 25–30.
12. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Шабанов Н.Э., Филиппова С.В. Выращивание продовольственного картофеля из мини-клубней мелкой фракции, полученных в условиях водно-воздушной культуры // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 4 (75). С. 38–51. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_4_38-51.
13. Цёма Л.Г., Латыпова А.Л. Сортовая реакция растений картофеля при выращивании на аэропонных установках // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 3. С. 359–366. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.359-366.
14. Овэс Е.В., Карданова И.С., Етдзаева К.Т. Применение различных схем посадки для выращивания мини-клубней картофеля в условиях Республики Северная Осетия – Алания // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 4. С. 44–49. DOI: 10.31857/2500-2082/2023/4/44-49.
15. Бурлов С.П., Большешанова Н.И., Коваленко И.Н., Ковалев А.Н. Сравнительные характеристики сортов картофеля при получении мини-клубней на аэропонном модуле // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 6 (125). С. 6–15. DOI: 10.51215/1999-3765-2024-125-6-15.
16. Сарахатунова Ю.Я. Требования систем капельного орошения к поливной воде // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал. 2021. № 3 (83). С. 22–27.
17. Акпасов А.П., Туктаров Р.Б. Конструктивные характеристики системы автоматизированного полива при комбинированном орошения сельскохозяйственных культур // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 3. С. 251–266. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_3_117.
18. Акпасов А.П., Туктаров Р.Б., Морозов М.И., Акпасов П.П. Применение цифровых технологий для автоматизации ирригационного оборудования при выращивании сельскохозяйственных культур // Integral: международный журнал прикладных наук и технологий. 2024. № 3. С. 3–11. DOI: 10.55186/2658-3569-2024-3-3-17.
19. Молякко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. Урожайность и выход стандартной фракции мини-клубней картофеля при внесении хелатных удобрений на питательном грунте Агробалт-Н под тоннельными укрытиями // Аграрная наука. 2022. № 6. С. 86–91. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-360-6-86-91.

REFERENCES

1. Ternovykh K.S., Popov D.Yu. Modern trends in the development of potato growing. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal = Moscow Economic Journal*, 2020, no. 12, pp. 390–397. (In Russian). DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10871.
2. Anisimov B.V. World potato production: market trends, forecasts and prospects (analytical review). *Kartofel' i ovoshchi = Potato and vegetables*, 2021, no. 10, pp. 3–8. (In Russian). DOI: 10.25630/PAV.2021.45.71.008.
3. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Zebrin S.N.

- Potato growing in Russia: current state and prospects under new conditions. *Kartofel' i ovoshchi* = *Potato and vegetables*, 2022, no. 4, pp. 3–6. (In Russian). DOI: 10.25630/PAV.2022.80.38.001.
4. Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Gayzatulin A.S. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Kartofel' i ovoshchi* = *Potato and vegetables*, 2020, no. 12, pp. 22–26. (In Russian). DOI: 10.25630/PAV.2020.49.70.005.
 5. Belov G.L., Derevyagina M.K., Zeyruk V.N., Vasilyeva S.V. Phytopathological examination of potato varieties in the conditions of the Moscow region. *Agrarniy vestnik Urala* = *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2021, no. 5 (208), pp. 8–21. (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2021-208-05-8-21.
 6. Shamanin A.A., Popova L.A., Korelina V.A., Gorovina L.N. Obtaining test-tube microplants and potato minitubers under the conditions of the Arkhangelsk region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2023, no. 2 (220), pp. 22–30. (In Russian). DOI: 10.53083/1996-4277-2023-2-22-30.
 7. Khodaeva V.P., Baygarashev T., Luchnikova N.S. Assessment of the growth and development of promising potato hybrids in *in vitro* culture. *Innovatsionnye resheniya v APK* = *Innovative Solutions in the Agro-Industrial Complex*, 2024, no. 1 (1), pp. 40–53. (In Russian).
 8. Simakov A.V., Loginov Yu.P., Simakova T.V. *Yield and quality of seed tubers of potato varieties in Western Siberia*. Tyumen, 2023, 154 p. (In Russian).
 9. Etdzaeva 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, vol. 23, no. 4, pp. 441–449. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.441-449.
 10. Mardanshin I.S., Shakirzyanov A.Kh., Kirae R.S. Improving the technology of reproduction of healthy planting material in conditions of hydroponic culture and nursery of the first field generation. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = *Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex. Science and Higher Professional Education*, 2020, no. 4 (60), pp. 130–143. (In Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-04-12.
 11. Latypova A.L., Tsyoma L.G. Growing minitubers of early potato varieties Mishka and Riviera on the aeroponic module. *Vestnik Vyatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = *Vestnik of the Vyatka State Agricultural Academy*, 2021, no. 1 (7), pp. 25–30. (In Russian).
 12. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Manokhina A.A., Shabanov N.E., Filippova S.V. Food potato growing from mini-tubers of small fraction obtained under conditions of water-air culture. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2022, vol. 15, no. 4 (75), pp. 38–51. (In Russian). DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_4_38-51.
 13. Tsyoma L.G., Latypova A.L. Varietal reaction of potato plants grown on aeroponic installations. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*, 2023, vol. 24, no. 3, pp. 359–366. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.359-366.
 14. Oves E.V., Kardanova I.S., Etdzaeva K.T. Usage of different planting schemes for mini-tubers potato growing under North Ossetia-Alania Republic. *Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = *Vestnik of the Russian Agricultural Science*, 2023, no. 4, pp. 44–49. (In Russian). DOI: 10.31857/2500-2082/2023/4/44-49.
 15. Burlov S.P., Bol'sheshapova N.I., Kovalenko I.N., Kovalev A.N. Comparative characteristics of potato varieties when growing minitubers on an aeroponic module. *Vestnik IrGSHA* = *Vestnik IrGSHA*, 2024, no. 6 (125), pp. 6–15. (In Russian). DOI: 10.51215/1999-3765-2024-125-6-15.
 16. Sarakhatunova Yu.Ya. Drip irrigation systems requirements for irrigation water. *Puti povysheniya oroshaemogo zemledeliya: nauchno-prakticheskiy zhurnal* = *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture: scientific and practical journal*, 2021, no. 3 (83), pp. 22–27. (In Russian).
 17. Akpasov A.P., Tuktarov R.B. Design characteristics of the automated irrigation system for combined irrigation of agricultural crops. *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal* = *Moscow Economic Journal*, 2023, vol. 8, no. 3, pp. 251–266. (In Russian). DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_3_117.

18. Akpasov A.P., Tuktarov R.B., Morozov M.I., Akpasov P.P. The use of digital technologies for automation of irrigation equipment in cultivation of crops. *Integral: mezhdunarodniy zhurnal prikladnykh nauk i tekhnologiy* = *Integral: International Journal of Applied Sciences and Technologies*, 2024, no. 3, pp. 3–11. (In Russian). DOI: 10.55186/2658-3569-2024-3-3-17.
19. Molyavko A.A., Marukhlenko A.V., Borisova N.P. The output and yield of the standard fraction of potato minitubers at the introduction of chelated fertilizers on the nutrient soil Agrobalt-N under the tunnel cover. *Agrarnaya nauka* = *Agrarian science*, 2022, no. 6, pp. 86–91. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2022-360-6-86-91.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Самбыла Чойган Николаевна, директор, доктор биологических наук, доцент; SPIN-код 6237-8379

✉ **Свиркова Светлана Валерьевна**, ¹ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; ²доцент кафедры; SPIN-код 7673-1414; **адрес для переписки:** Россия, 650510, Кемеровская область – Кузбасс, п. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: svsvirkova@yandex.ru

Ходаева Вера Петровна, старший научный сотрудник; SPIN-код 9773-3204

Бессолицына Ольга Григорьевна, лаборант-исследователь

Позднякова Ирина Вячеславовна, лаборант-исследователь; SPIN-код 4726-2200

Сердюк Вадим Анатольевич, заместитель директора

AUTHOR INFORMATION

Choygan N. Sambyla, Director, Doctor of Science in Biology, Associate Professor; SPIN-code 6237-8379

✉ **Svetlana V. Svirnova**, ¹Lead Researcher, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor; ²Assistant Professor; SPIN-code 7673-1414; **address:** 47, Tsentralnaya St., Novostrojka, Kemerovo region – Kuzbass, 650510, Russia; e-mail: svsvirkova@yandex.ru

Vera P. Khodaeva, Senior Researcher; SPIN-code 9773-3204

Olga G. Bessolitsyna, Research Assistant

Irina V. Pozdnyakova, Research Assistant; SPIN-code 4726-2200

Vadim A. Serdyuk, Deputy Director

Дата поступления статьи / Received by the editors 21.02.2025
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 09.04.2025
Дата публикации / Published 15.08.2025