

Глава 8.  
ДРУГИЕ КУЛЬТУРЫ

УДК 57.084.5

doi: 10.31360/2225-3068-2018-66-179-184

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА  
УРОЖАЯ МИНИКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ,  
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ *IN VITRO*-РАСТЕНИЙ  
В ТЕПЛИЦЕ И В АЭРОПОНИКЕ

Саакян А. Д.<sup>1</sup>, Барсегян А. А.<sup>1</sup>, Мелян Г. Г.<sup>1</sup>, Мартиросян Ю. Ц.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Филиал Армянского национального аграрного университета  
«Научный центр Агробиотехнология»,  
г. Эчмиадзин, Армения

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»,  
г. Москва, Россия

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля  
Российской академии наук,  
г. Москва, Россия

e-mail: yumart@yandex.ru

Проведено сравнительное изучение урожая миниклубней картофеля, полученных из *in vitro*-растений картофеля в теплице и в аэропонной установке. В опытах использовали *in vitro*-растения 3 сортов картофеля. Полученные результаты показали, что приживаемость *in vitro*-растений в аэропонной установке была на 7–10 % выше, чем в теплице. Миниклубни, полученные в аэропонной установке характеризовались в основном малым размером < 25 мм (61–73 %), тогда как размер большей части миниклубней, полученных в теплице, превышал 25 мм (63–81 %). Количество мини-клубней, произведённых на квадратный метр, было в два-три раза больше у аэропонной продукции, чем полученных традиционным способом. Однако различия между суммарными выходами по весу были незначительными, из-за гораздо большего веса отдельных миниклубней, произведённых в почве. Результаты этого исследования показали, что аэропонная система является жизнеспособной технологической альтернативой компоненту производства миниклубней в почве.

**Ключевые слова:** картофель, *in vitro*-растения, аэропоника, теплица, миниклубни.

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) – растение, которое размножается вегетативно клубнями, что подразумевает наличие здорового посадочного материала. Введение миниклубней в биотехнологическое производство произвело революцию в семеноводстве картофеля, привело

к сокращению полевого цикла с получением достаточного количества высококачественного оздоровленного семенного материала и, следовательно, гарантировало высокий уровень урожая. [10]. Миниклубни обычно определяются как клубни потомства, произведённые на растениях, полученных *in vitro*. Термин относится к их размеру, поскольку они меньше, чем обычные семенные клубни [9]. Размер миниклубней может варьироваться от 15 до 25 мм. Миниклубни легче транспортировать и обрабатывать, чем саженцы, и они менее уязвимы, поэтому требуют меньшего количества ухода во время вегетации.

Технология производства миниклубней в качестве источника оздоровленного семенного картофеля путём выращивания в почве полученных *in vitro* растений, широко распространена в настоящее время. За последние годы в Научном центре Агробиотехнологии налажены и оптимизированы модифицированные методы выращивания *in vitro*-растений в теплице и получения из них миниклубней у различных сортов картофеля [1]. Также в центре Агробиотехнологии был создан аэропонный фитотрон для круглогодичного получения миниклубней из оздоровленных растений. В аэропонных установках выращивание растений проводится в культивационном помещении, оборудованном контрольным климатическим блоком, без применения какого-либо субстрата. Посадочное поле установки образовано параллельными рядами желобов, расположенных на различных уровнях от пола. Шарнирные соединения крышки и днища желоба и несущие рамки позволяют откидывать днище в сторону. Это обеспечивает свободный доступ оператора к корневой системе для контроля роста и развития или для сбора кондиционных корне- или клубнеплодов [3].

Согласно литературным данным, аэропонные технологии позволяют в кратчайшие сроки воспроизводить необходимое количество высококачественного семенного материала, во-первых, для ускоренного введения в оборот нового селекционного материала и, во-вторых, для ведения оригинального семеноводства картофеля [8, 10].

Целью настоящей работы было сравнительное изучение урожая миниклубней, полученных из оздоровленных *in vitro*-растений картофеля, высаженных в теплице и в аэропонной установке.

**Материалы и методы.** В опытах использовали выращенные *in vitro* растения раннеспелых сортов картофеля 'Ред Скарлет', 'Латона' и среднепозднего сорта 'Невский', оздоровленные методом апикальной меристемы в Научном центре Агробиотехнологии. Изолирование и посадку апикальных меристем проводили по общепринятой методике [1]. Выросшие меристемные растения проверяли на отсутствие вирусов, и

здоровые растения использовали для дальнейшего черенкования. Из одного растения получали 5–8 черенков, которые высаживали на среду Мурашига-Скуга, содержащую 0,1 мг/мл индолил-3-масляной кислоты [5]. После 3–4 черенкований, выросшие растения высаживали в теплицу по раннее описанному способу и в аэропонную установку.

Аэропонный фитотрон был разработан во ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии [2, 4] и создан в Научном центре Агробиотехнологии. Суть аэропонного метода получения миниклубней заключается в том, что оздоровленные от фитопатогенов пробирочные микрорастения картофеля высаживаются в аэропонные установки. Питательные элементы подаются непосредственно в корневую зону в виде мелкодисперсного аэрозоля, согласно программе питания и аэрации для данного сорта и данной фазы роста. Также оптимизированы интенсивность и спектральные характеристики светового излучения, длина светового дня для данной фазы роста, а также влажность и содержание  $\text{CO}_2$  в культивационном помещении. Совокупность всех этих факторов и оптимальное их соотношение обеспечивают полноценное раскрытие генетического потенциала данного сорта, позволяет увеличить количество и качество урожая.

В качестве питательной среды для аэропоники использовали разбавленную в 2 раза среду Мурашига-Скуга.

**Результаты и обсуждение.** Полученные в лаборатории *in vitro*-растения высаживались в теплице на грядки площадью  $5 \times 1 \text{ м}^2$ , где расстояние между рядами было 40 см, а между растениями в рядах – 10 см (количество растений на  $1 \text{ м}^2$  – 25). Количество растений, высаженных в аэропонной установке, также составляло 25 раст./ $\text{м}^2$ .

Сравнительные характеристики миниклубней, полученных из микрорастений трёх сортов картофеля ('Латона', 'Ред Скарлет' и 'Невский'), высаженных в теплице и в аэропонике, представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, при посадке исследуемых сортов как в теплице, так и в аэропонной установке наблюдалась более чем 80%-ная приживаемость растений, выращенных *in vitro*-проростков. При этом нетрудно заметить, что приживаемость у всех сортов в аэропонной установке была на 7–10 % выше, чем в теплице. Однако, количество стеблей на растение в аэропонной установке составляло лишь 1,6–2,1, тогда как в теплице их количество достигало 4,1–5,2. Нетрудно заметить, что миниклубни, полученные в теплице, характеризовались более крупным размером и весом по сравнению с клубнями, полученными в аэропонной установке, тогда как их количество уступало количеству аэропонных клубней.

Таблица 1

**Происхождение, урожай, приживаемость,  
количество стеблей и миниклубней на растение и распределение  
по размерам собранных миниклубней, в теплице и аэропонике,  
в зависимости от сорта**

Сорт картофеля	Происхождение миниклубней	Приживаемость, %	Кол-во стеблей на растение	Кол-во клубней на растение	Количество клубней, %	
					< 25 мм	> 25 мм
‘Латона’	аэропоника	91	1,6 ±0,1	31,2 ±2,8	71 ±3,1	29 ±3,4
	теплица	83	4,1 ±0,3	8,1 ±3,1	37 ±8,7	63 ±8,8
‘Ред Скарлет’	аэропоника	94	1,9 ±0,2	26,4 ±2,4	73 ±3,8	27 ±4,7
	теплица	86	4,4 ±0,4	7,6 ±2,8	24 ±4,0	76 ±8,6
‘Невский’	аэропоника	87	2,1 ±0,2	22,1 ±2,6	61 ±6,0	39 ±5,0
	теплица	95	5,2 ±0,4	6,9 ±2,5	19 ±7,1	81 ±8,0

*Примечание:* приживаемость измеряли через 40 дней после посадки

Важнейшим параметром производства миниклубней в аэропонике и в теплице является их количество в пересчёте на одно растение [8]. В нашем исследовании он зависел главным образом от сорта картофеля. Было обнаружено, что в аэропонной установке среднее количество клубней на растение было наиболее высоким у сорта ‘Латона’ (31 на растение), затем у сорта ‘Ред Скарлет’ (26,4), а у сорта ‘Невский’ было наименьшим (22,1). В теплице же количество клубней было значительно более низким (у сорта ‘Латона’ – 8,1, ‘Ред Скарлета’ – 7,6 и ‘Невского’ – 6,9). Из таблицы видно, что у всех сортов, полученные в аэропонной установке миниклубни, в основном (61–73 %), характеризовались малым размером < 25 мм, тогда как размер большей части миниклубней, полученных в теплице, превышал 25 мм (63–81 %).

Сравнение параметров получения миниклубней в аэропонике и в почве представлено в таблице 2. Существовали значительные различия между всеми рассмотренными параметрами получения миниклубней, производимыми аэропонным способом и традиционным.

Согласно данным таблицы, для всех сортов, выход миниклубней на квадратный метр площади был в два-три раза выше при аэропонном способе выращивания, чем при традиционном. Однако различия между суммарными выходами по весу были незначительными, что объясняется гораздо большим весом миниклубней, произведённых в почве. Из полученных данных также видно, что при клубнеобразовании проявляются сортовые различия.

Таблица 2

**Урожай миниклубней  
в теплице и аэропонике в зависимости от сорта**

Количество миниклубней, шт.	Происхождение семян	Сорт картофеля		
		‘Латона’	‘Ред Скарлет’	‘Невский’
Количество миниклубней/м <sup>2</sup>	аэропоника	772 ±16	646 ±12	556 ±14
	теплица	205 ±13	184 ±17	175 ±21
Урожай миниклубней, кг/м <sup>2</sup>	аэропоника	7,050 ±0,8	6,420 ±0,6	6,200 ±0,9
	теплица	8,860 ±1,4	7,620 ±1,2	8,500 ±2,0
Средняя масса отдельных миниклубней, г	аэропоника	9,3 ±0,2	9,8 ±0,6	11,5 ±0,8
	теплица	44,3 ±1,6	42,7 ±1,8	48,6 ±2,1

**Заключение.** Результаты этого исследования показали, что аэропонная система является жизнеспособной технологической альтернативой компоненту производства миниклубней в почве. Однако для того, чтобы доказать, что эта технология производства миниклубней может быть реализована, необходим полный экономический анализ, включающий стоимость энергии, затраты на рабочую силу и амортизацию имущества аэропонного фитотрона.

Во ВНИИСБ работа выполнялась в рамках государственного задания АААА-А17-117082950003-2 «Разработать рекомендации по совершенствованию технологий микрокультивирования и ускоренного размножения растений в фитотронных условиях методом аэропоники».

**Библиографический список**

1. Барсегян А.А., Мелян Г.Г., Саакян А.Д. Оптимизация *in vitro*-условий культивирования оздоровленных микрочеренков картофеля сорта ‘Невский’ // Агронаука. – 2011. – № 11-12. – С. 598-602. – ISSN: 0235-2931.
2. Лоток для выращивания растений и аэрогидропонная установка с его использованием: Патент на полезную модель № 88246 Рос.Федерация: МПК А01G 31/02 (2006.01) / Мартиросян Ю.Ц., Харченко П. Н.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский науч.-исслед. ин-т сельскохозяйственной биотехнологии Российской академии сельскохозяйственных наук - № 2009121203/22, заявл. 04.06.2009; опубл. 10.11.2009, Бюл. № 31.
3. Мартиросян Ю.Ц., Кособрюхов А.А., Мартиросян В.В. Аэропонные технологии в безвирусном семеноводстве: преимущества и перспективы // Достижения науки и техники АПК2016. – № 10. – С. 47-51. – ISSN: 0235-2451.
4. Устройство гидропонной установки: пат. 131569 Российская Федерация, А01G 31/02 (2006.01). / Гаврилов А. Ю., Мартиросян Ю.Ц., Хукеев О. Э; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Экситон» – № 2013104275/13, заявл. 01.02.2013; опубл. 27.08.2013, Бюл. № 24.

5. Murashige, T., Skoog, F "A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures" // *Physiologia Plantarum*. – 1962. – Vol. 15. – № 3. – P. 473-497. – ISSN: 0031-9317.
6. Nickols M.A. Aeroponics and potatoes // *ISHS Acta Horticulturae*. – 2005. – Vol. 670. – P. 201-206.
7. Ritter E., Angulo P., Riga P., Herrán C., Relloso J., San Jose M. Comparison of hydroponic and aeroponic systems for the production of potato minitubers // *Potato Research*. – 2001. – Vol. 44. – P. 127-135. – ISSN: 1871-4528.
8. Rykaczewska K. The potato minitubers production from microtubers in aeroponic culture // *Plant Soil Environ*. – 2016. – Vol. 62. – № 5. – P. 210-214. – doi: 10.17221/686/2015-PSE.
9. Struik P.C. The canon of potato science: 25. Minitubers // *Potato Research*. – 2007. – Vol. 50. – P. 305-308. – doi: 10.1007/s11540-008-9051-z.
10. Wróbel S. Assessment of possibilities of microtuber and *in vitro* plantlet seed multiplication in field conditions. Part 1: PVY, PVM and PLRV Spreading // *American Journal of Potato Research*. – 2014. – Vol. 91. – P. 554-565. – ISSN: 1874-9380.

### COMPARATIVE ASSESSMENT OF POTATO MINITUBERS YIELD PRODUCED FROM *IN VITRO*-PLANTS IN GREENHOUSE AND IN AEROPONICS

Saakyan A. D.<sup>1</sup>, Barseghyan A. A.<sup>1</sup>, Melyan G. G.<sup>1</sup>, Martirosyan Yu. Ts.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Branch of the Armenian National Agrarian University  
"Research Centre of Agrobiotechnology",  
c. Echmiadzin, Armenia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution  
"Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology",  
c. Moscow, Russia

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Institute  
of Biochemical Physics named after N. M. Emanuel of the Russian Science Academy,  
c. Moscow, Russia

e-mail: yumart@yandex.ru

There was carried out a comparative study of potato minitubers yield obtained from *in vitro* potato plants in greenhouse and in aeroponics. Three cultivars of *in vitro*-plants were used in the experiment. According to the results, the survival of *in vitro*-plants obtained in the aeroponic system was 7–10 % higher than in the greenhouse. The minitubers obtained in the aeroponic system were mostly characterized by a small size < 25 mm (61–73 %), whereas the size of the majority of mini-tubers obtained in the greenhouse exceeded 25 mm (63–81 %). The number of minitubers produced per square meter was two to three times higher from aerial products than those obtained by the traditional method. However, the differences between the total yields by weight were insignificant, due to the much greater weight of minitubers produced in the soil. The results of this study showed that the aeronautical system is a viable technological alternative to the component of minitubers production in the soil.

**Key words:** potato, *in vitro*-plants, aeroponic, greenhouse, minitubers.