

УДК 635.21:581.14:631.8

В.В. Анципович, А.И. Адамова, Е.В. Радкович, А.В. Безносенко

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству
и плодоовощеводству», аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: semena_bulba@tut.by

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОУДОБРЕНИЯ «НАНОПЛАНТ Co, Mn, Cu, Fe» В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* КАРТОФЕЛЯ

РЕЗЮМЕ

*В статье приведены результаты исследований по влиянию наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» на рост и развитие эксплантов картофеля сортов Палац и Богач в культуре *in vitro*. Установлено, что для сорта ранней группы наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в концентрации 0,1 мл/л, а для среднепоздней – 0,035 мл/л повышают биометрические показатели растений *in vitro*.*

Ключевые слова: картофель, клон, эксплант, культура *in vitro*, наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe».

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших факторов получения высоких урожаев картофеля является применение здорового семенного материала. В настоящее время в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» применяется схема отбора клонов, направленная на поиски изначально здорового материала для перевода в культуру *in vitro* и в дальнейшем производства первого клубневого поколения. В полевых условиях проводят отбор лучших по морфотипу, урожайности и здоровью клонов сортов картофеля [1, 2]. В лаборатории иммунодиагностики из них выделяют индексы (глазок клубня с прилегающей тканью). Выращенные из индексов растения подвергаются поэтапному тестированию современными высокомолекулярными методами диагностики на наличие латентной инфекции вирусных, бактериальных болезней и ВВКК. Такой прием тестирования достоверно выявляет здоровые клоны для перевода в культуру *in vitro*, тем самым исключая необходимые ранее этапы термотерапии и химиотерапии, связанные с оздоровлением, что существенно ускоряет процесс перевода клонов в культуру ткани и предотвращает влияние ингибирующих препаратов на генотип растения [2]. Далее из здоровых индексов выделяют экспланты, которые переводят в стерильные условия. Приживаемость эксплантов на питательной среде связана с морфофизиологическими особенностями самого сорта, временем года, а также гормональными и физическими

факторами. Как правило, в течение месяца после высадки на питательную среду наблюдают увеличение размеров и интенсивное позеленение экспланта. Затем его рост может приостановиться вследствие изменения концентрации компонентов и pH среды, а также ее подсыхания. У основания проростка может образоваться каллусная ткань, лишенная проводящей системы, которая препятствует дальнейшему развитию. Поэтому по мере роста регенеранты необходимо периодически пересаживать на свежие питательные среды, которые содержат все необходимые компоненты для стимуляции ризогенеза и роста стебля и соответствуют этапу развития. Своевременные пересадки на соответствующие среды способствуют преодолению посттравматических морфогенезов, которые возникают в культуре изолированной ткани.

Время от посадки экспланта до регенерации растения с 5–6 листочками составляет 30–45 дней, но в зависимости от сорта некоторые экспланты могут оставаться живыми и регенерировать в растения в течение 2–8 месяцев. Полученное растение с 5–6 листочками черенкуют и высаживают в пробирки на питательную среду для черенкования. Ускорение роста эксплантов и сокращение срока производства материнских растений *in vitro* является наиболее актуальным в процессе формирования базисной коллекции [1, 2].

В настоящее время во всех областях сельского хозяйства наряду с традиционными солевыми и хелатными формами удобрений широко используют наноудобрения. Наноудобрения могут быть в виде одного элемента или находиться в комплексе [3]. Из литературных данных 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 раза) [4–6].

Целью исследований было изучение влияния наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Сu, Fe» на рост и развитие эксплантов для получения хорошо развитых растений в культуре *in vitro* и сокращения сроков производства материнских растений *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования выполнялись в 2014–2015 гг. в лаборатории микрочлониального размножения картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Наноудобрение «Нано-плант Со, Мп, Сu, Fe» было предоставлено ГНУ «Институт физико-органической химии Национальной академии наук Беларуси».

Объектами исследований служили новые сорта картофеля белорусской селекции ранней группы спелости Палац и среднепоздней – Богач.

Согласно схеме опыта, экспланты, выделенные из здоровых клонов, высаживались на питательные среды в трех вариантах. В процессе регенерации проростки, полученные из эксплантов на питательной среде первого этапа,

пересаживались на измененную по составу питательную среду для стимуляции ризогенеза, дальнейшего роста и развития в микрорастения. Образовавшиеся в процессе регенерации микрорастения дважды пересаживались на питательные среды для черенкования для получения полноценных материнских растений *in vitro*. В процессе каждой пересадки проводился учет биометрических данных.

Схема опыта:

Вариант 1.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов – контроль.

Вариант 2.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов + наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» 0,035 мл/л.

Вариант 3.1. Питательная среда Мурасиге-Скуга для эксплантов + наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» 0,1 мл/л.

Вариант 1.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения – контроль.

Вариант 2.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения + наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» 0,035 мл/л.

Вариант 3.2. Питательная среда Мурасиге-Скуга для укоренения + наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» 0,1 мл/л.

Вариант 1.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования – контроль.

Вариант 2.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» 0,035 мл/л.

Вариант 3.3. Питательная среда Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрение «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» 0,1 мл/л.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенная последовательная комплексная диагностика с помощью методов иммуноферментного анализа и полимеразной цепной реакции клонов сортов Палац и Богач позволила выделить 26 здоровых клонов, из которых в культуру ткани введено по 132 экспланта на сорт (по 44 экспланта на вариант) (табл. 1). Все экспланты были высажены на питательные среды по вариантам согласно схеме опыта.

Через месяц проводилась пересадка проростков, полученных на питательной среде Мурасиге-Скуга для эксплантов, на питательную среду Мурасиге-Скуга для укоренения по вариантам согласно схеме опыта. Результаты пересадки приведены в таблице 2. Одновременно с пересадкой был проведен предварительный учет данных по биометрическим показателям (табл. 3).

Таблица 1 – Количество здоровых клонов сортов Палац и Богач

Сорт	Количество клонов, шт.	Количество здоровых клонов после ИФА, шт.	Количество здоровых клонов после ПЦР, шт.	Количество вычлененных эксплантов по вариантам опыта		
				1 вариант – контроль	2 вариант – 0,035 мл/л	3 вариант – 0,1 мл/л
Палац	199	65	11	44	44	44
Богач	116	26	15	44	44	44

Таблица 2 – Количество микрорастений сортов Палац и Богач при пересадке эксплантов на питательную среду Мурасиге-Скуга для укоренения + наноудобрение

Сорт	Варианты опыта	Количество эксплантов <i>in vitro</i> , шт.	Количество проростков после пересадки, шт.	Количество микрорастений	
				шт.	%
Палац	1.2 – контроль	44	38	29	66
Богач		44	40	40	91
Палац	2.2 – 0,035 мл/л (Наноплант)	44	39	37	84
Богач		44	42	42	95
Палац	3.2 – 0,1 мл/л (Наноплант)	44	41	41	93
Богач		44	43	43	98
Всего		264	243	232	88

Таблица 3 – Биометрические данные микрорастений сортов Палац и Богач, полученные в процессе их регенерации из эксплантов

Варианты опыта	Количество растений <i>in vitro</i> , шт.		Средняя высота растений, см		Средняя длина корней, см		Среднее количество корней, шт.	
	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац
1.2 – контроль	40	29	4,3	4,7	6,2	6,9	2,5	4,6
2.2 – 0,035 мл/л	42	37	4,9	3,1	5,6	6,3	3,5	3,4
3.2 – 0,1 мл/л	43	41	4,6	3,8	5,1	5,1	3,3	4,9
Всего	125	107	–	–	–	–	–	–

При пересадке эксплантов на питательную среду Мурасиге-Скуга для укоренения с добавлением наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в концентрации 0,1 мл/л количество микрорастений у сортов Палац и Богач составило 93 и 98 %, что на 41 и 8 % выше контроля соответственно.

На данном этапе исследований для сорта Богач добавление в среду наноудобрения в концентрации 0,1 мл/л является наиболее эффективным. При данной концентрации средняя высота растений и количество корней было выше по сравнению с контролем. У сорта Палац растения в контроле были выше, чем в других вариантах, однако среднее количество корней (4,9 шт.) выше в варианте с концентрацией 0,1 мл/л, в контроле – 4,6 шт.

Заключительным этапом данных исследований являлась пересадка материнских растений *in vitro* на среду Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрения и повторного биометрического учета (табл. 4).

Анализируя таблицу 3, можно сделать вывод, что для сорта Палац (ранняя группа спелости) для черенкования растений *in vitro* наиболее эффективно использовать среду Мурасиге-Скуга с добавлением наноудобрения «Наноплант Co, Mn, Cu, Fe» в концентрации 0,1 мл/л. Средняя высота растений, полученных на питательной среде с добавлением Нанопланта Co, Mn, Cu, Fe 0,1 мл/л, на 38 % больше по сравнению с контролем, а коэффициент размножения – на 10,6 % соответственно.

Таблица 4 – Биометрические показатели растений сорта Богач (2015 г.) и сорта Палац (2014 г.), полученных на питательной среде Мурасиге-Скуга для черенкования + наноудобрение

Варианты опыта	Количество растений <i>in vitro</i> , шт.		Средняя высота растений, см		Средняя длина корней, см		Среднее количество корней, шт.		Коэффициент размножения, шт.	
	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац	Богач	Палац
1.3 – контроль	40	29	8,5	8,6	7,1	8,2	8,2	5,9	8,5	6,6
2.3 – 0,035 мл/л	42	37	8,8	11,3	8,5	9,4	8,8	8,6	9,5	6,9
3.3 – 0,1 мл/л	43	41	8,1	11,9	8,3	10,5	8,4	8,8	9,1	7,3
Всего	125	107	–	–	–	–	–	–	–	–

Для сорта среднепоздней группы спелости Богач добавление наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» в концентрации 0,035 мл/л в среду Мурасиге-Скуга для черенкования увеличило все биометрические показатели в сравнении с контролем на 3–19 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» в питательной среде Мурасиге-Скуга положительно влияет на рост и развитие эксплантов, а также на получение хорошо развитых растений в культуре *in vitro*. Для сорта ранней группы Палац концентрация 0,1 мл/л является наиболее оптимальной, при которой коэффициент размножения растений *in vitro* на 10 % выше по сравнению с контролем, а количественный выход эксплантов – на 41 % соответственно. Для сорта среднепоздней группы Богач применение концентрации 0,035 мл/л увеличивает все биометрические показатели в сравнении с контролем на 3–19 %.

Использование наноудобрения «Наноплант Со, Мп, Си, Фе» может быть рекомендовано при переводе клонов в культуру ткани и микроклональном размножении картофеля.

Список литературы

1. Технология производства исходного семенного материала картофеля: науч. тр. / А.И. Адамова [и др.] // БелНИИК. – Минск, 2002. – С. 187–225.
2. Эффективность сочетания полевого отбора с культурой *in vitro* при производстве качественного семенного материала картофеля / А.И. Адамова // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В.Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 14. – С. 14–19.
3. Алфимова, М.М. Занимательные нанотехнологии / М.М. Алфимова. – М.: Бином, 2011. – С. 96.

4. Головин, Ю.И. Наномир без формул / Ю.И. Головин. – М.: Бином, 2012. – С. 543.

5. Гудилин, Е.А. Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / Е.А. Гудилин. – М.: Бином, 2009. – С. 176.

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

Поступила в редакцию 16.11.2016 г.

V.V. ANTSEPOVICH, A.I. ADAMOVA, E.V. RADKOVICH,
A.V. BEZNOSENKO

**USE EFFECTIVENESS OF NANO FERTILIZER
«NANOPLANT Co, Mn, Cu, Fe» IN POTATOES CULTURE
IN VITRO**

SUMMARY

The research results of impact of nano fertilizer «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe» on the growth and development of potatoes explants in culture in vitro of varieties Palats and Bogach are given in the article. It's established that for early variety of «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe» in concentration 0.1 ml/l and for semilate – 0.035 ml/l raise biometric indicators of plants in vitro.

Key words: potatoes, clone, explant, culture *in vitro*, nano fertilizer «Nanoplant Co, Mn, Cu, Fe».