

УДК 635.21 : 631.531.02 : 573.6

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПО КРУГЛОГОДИЧНОМУ ПРОИЗВОДСТВУ БЕЗВИРУСНЫХ МИНИКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

© 2017 С.Л. Рубцов, А.В. Милехин, С.Н. Шевченко, А.Л. Бакунов, Н.Н. Дмитриева

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова»
п.г.т. Безенчук, Самарская область

Статья поступила в редакцию 20.10.2017

Представлены результаты исследований по направлению оригинальное семеноводство отечественных сортов картофеля с использованием биотехнологических методов в условиях *in vitro* и *in vivo*. Разработана биотехнологическая установка по круглогодичному производству миниклубней в условиях замкнутых агро-экосистем. Описаны основные узлы установки.

Ключевые слова: оригинальное семеноводство картофеля, микрклональное размножение, безвирусные микрорастения, миниклубни, оздоровление растений, биотехнологические установки по производству миниклубней.

ВВЕДЕНИЕ

Биологический потенциал современных сортов картофеля позволяет получать в оптимальных условиях с 1 га 80-100 тонн товарных клубней. Однако в реальных условиях урожайность часто составляет 30-40% от уровня биоклиматического потенциала культуры в регионе. Как правило, это связано с комплексом факторов: от неправильно выбранного сорта и низкого качества используемого семенного материала до грубейшего нарушения технологических приемов выращивания, органико-минерального питания, защиты растений и хранения картофеля.

Производство качественных семян и высокие темпы размножения сортов картофеля в странах с развитым картофелеводством основаны на применении биотехнологических методов оздоровления и последующего микрклонального размножения в культуре *in vitro* и производства исходных микро- и миниклубней в условиях *in vivo*.

Высокая значимость при производстве исходного оригинального семенного материала отводится разработке технологии дальнейшего

использования микрорастений и получению из них микро- и миниклубней. Широко применяется схема выращивания безвирусных микрорастений в сооружениях защищенного грунта как в течение весенне-летнего периода, так и в режиме круглого года. Однако при использовании данной схемы продуктивность редко превышает 10-12 клубней с одного растения, а наличие нестерильных субстратов может привести к вторичному заражению фитоинфекцией.

Высокую востребованность в промышленном производстве оригинальных семян в последнее время получило применение биотехнологических установок и модулей различного технического исполнения. Одним из основных отличительных элементов создаваемых современных установок является способ подачи питательного раствора, в зависимости от которого они разделяются на аэропонные и гидропонные. Использование установок возможно в любом техническом помещении, в условиях полной изоляции от возможного вторичного поражения вирусной, микоплазменной, бактериальной или грибной фитоинфекцией.

По многолетним данным ФГБНУ «Самарский НИИСХ» максимальная урожайность микрорастений по группе сортов отмечена именно на биотехнологических модулях Картофельное дерево (КД-10) (гидропонное выращивание) и «Урожай» (аэропонное выращивание). При этом максимальная доля стандартных по размеру клубней также отмечена при выращивании на биотехнологических модуля (табл. 1) [4].

В то же время необходимо отметить, что производственный цикл при данном способе выращивания проходит в замкнутом помещении, что полностью исключает влияние внешних условий, в первую очередь проникновение

Рубцов Сергей Леонидович, научный сотрудник лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений.

Милехин Алексей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: samniish@mail.ru.

Шевченко Сергей Николаевич, член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, директор.

Бакунов Алексей Львович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных культур.

E-mail: bac24@yandex.ru

Дмитриева Надежда Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений

Таблица 1. Сравнительная продуктивность микро-растений оздоровленного картофеля при различных способах выращивания. (ФГБНУ «Самарский НИИСХ», 2009-2015 гг.)

Объект исследований	Способ культивирования	Продуктивность растения, шт.	Кол-во растений на 1 м ² шт.	Продуктивность растений с 1 м ² шт.	Доля стандартных клубней, %
Микро-растение Среднее по группе сортов	Открытый грунт (посадка в почву)	3,1	16,0	49,6	55,0
	Грунтовая теплица (посадка в почву)	7.0	16.0	112,0	75.0
	Грунтовая теплица (посадка в рулоны)	1.6	352	563.2	40
	Гидропонное выращивание	20.0	32	640.0	100.0
	Аэропонное выращивание	36.5	32	1168.0	100.0

инфекции. Сбор клубней при таком способе производства полностью контролируется специалистами, что подтверждается на практике 100 % товарностью получаемой продукции, а разработанный технологический регламент производства оздоровленного семенного картофеля на биотехнологическом модуле Картофельное дерево («КД-10») позволяет оптимизировать расходы на технологический процесс и тем самым значительно снизить себестоимость получаемой продукции.

Однако проведенный сравнительный скрининг имеющихся на мировом рынке биотехнологических аппаратов и модулей, а также опыт использования данных установок учёными ФГБНУ «Самарский НИИСХ» показал их существенные недостатки и технические недоработки.

Биотехнологическая установка КД-10 (ООО «Дока Генные Технологии», г. Москва) для использования требует специально оборудованного объемного помещения, использование в качестве источника освещения натриевых ламп высокого давления мощностью 400-600 Вт приводит к сильному перегреву растений, тем самым требуя постоянного вентилирования и охлаждения помещения. Это приводит к дополнительному риску проникновения через вентиляционные каналы биологической угрозы. Кроме того, у данной установки довольно значительное электропотребление, что значительно

увеличивает себестоимость производимой продукции. Потенциал продуктивности растений на данных установках по группе сортов не превышает 20 мини-клубней.

Более современная установка «Урожай» (ФГБНУ «ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии», г. Москва) по уровню достигнутой продуктивности превосходит КД-10. В среднем за 7 лет использования количество произведенных мини-клубней с одного растения при аэропонном способе выращивания достигло 36,5 шт.

Однако и в данной технической конструкции имеются существенные недостатки. Наличие металлического лотка приводит к сильной коррозии и окислению материала, что приводит к внезапным протечкам питательного раствора. Подача питательного раствора осуществляется за счёт распыления через микрофорсунки высокого давления, однако, даже при наличии тонкой фильтрации, высокая концентрация элементов питания в растворе приводит к засолению форсунок и блокировке подачи питания, что неминуемо приводит к гибели растений. Световой блок аэропонной установки состоит из люминесцентных ламп, соединенных по парам, в связи с этим выход из строя балласта приводит к отключению двух ламп в близкой технологической зоне, что приводит к снижению, а порой и остановке фотосинтеза у растений. Все это неминуемо сказывается на уровне продуктивности растений.

В связи с этим высокую актуальность и востребованность имеют поисковые научные исследования, направленные на максимальное снижение затратного механизма при производстве исходного семенного материала картофеля как в условиях *in vitro*, так и *in vivo*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Поисковые научные исследования были проведены в 2016-2017 гг. на материально-технической базе лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений ФГБНУ «Самарский НИИСХ» в рамках выполнения комплексного плана научных исследований ФАНО России «Развитие селекции и семеноводства картофеля». В качестве объекта исследований использовались сорта картофеля отечественной селекции Жигулевский, Ильинский, Удача, Жуковский ранний. Оздоровленные микро-растения *in vitro* были получены из банка безвирусных сортов картофеля ФГБНУ «ВНИИКХ» [1]. Производство миниклубней осуществлено на биотехнологических установках различного технического исполнения: «КД-10», «Урожай», а также собственной разработки. При выращивании миниклубней использован аэро-гидропонный способ подачи питательного раствора. Сбор клубней осуществлялся вручную. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А [2], с использованием пакета статистических программ «Статистика».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При выполнении научного исследования были поставлены следующие актуальные задачи:

- выявить наиболее оптимальный способ выращивания оздоровленных микро-растений картофеля;
- разработать оптимальный способ подачи питательного раствора к корневой системе в условиях замкнутых агроэкосистем;
- создать опытный образец биотехнологической установки по круглогодичному производству безвирусных миниклубней картофеля.

На основе многолетних научных исследований авторского коллектива и разработанной конструкторской документации и чертежей был создан опытный образец современной биотехнологической установки непрерывного производства безвирусного семенного картофеля категории «семена оригинальные» нового поколения.

Разработанная установка соответствует биологическим требованиям, предъявляемым для выращивания картофеля, и позволяет осуществ-

лять сбор клубней, достигших кондиционных размеров, в течение всего периода клубнеобразования. Установка обеспечивает работу в условиях круглосуточного контроля температуры, влажности воздуха и питательного раствора, а также pH питательного раствора.

Установка по выращиванию семенного картофеля состоит из следующих технических и технологических узлов: облегченного каркаса-опоры для крепления культивационного модуля; резервуара для культивирования растений картофеля; блока освещения растений; системы подачи питательного раствора; системы контроля условий культивирования растений. Биотехнологическая установка имеет модульный характер сборки и при необходимости может быть изготовлена для любого по площади технического помещения.

Установка оснащена уникальной системой подачи питательного раствора в корневую зону растений, связанной с использованием распылителей низкого давления (кругового распыла), что позволяет исключить из технологической схемы систему тонкой очистки питательного раствора, а также использовать в качестве питания растворы, имеющие органический осадок. Использование форсунок с низким давлением позволяет использовать в качестве источника питания жидкие отходы животноводческих ферм и продукты их переработки.

Полезная модель оборудована современной системой освещения, характеризующейся комбинацией светодиодных источников света различного спектрального состава, что создает более оптимальные условия для роста и развития картофеля, формируя максимальную имитацию естественных природных условий выращивания, а также сокращает энергопотребление биотехнологической установки и удешевляет себестоимость производимой продукции.

Культивационный лоток изготовлен из облегченного химически устойчивого пластика, что исключает возможность коррозии. Лоток по продольным сторонам имеет по одной форточке, что обеспечивает оператору беспрепятственный доступ к сформированным мини-клубням и не допускает травмирования корневой системы растений картофеля. Высота лотка не менее 70 см., что положительно сказывается на свободном росте и развитии корневой системы, а также исключает её взаимодействие и срастание с соседними растениями.

Установка имеет полный комплекс контроллеров для обеспечения непрерывной работы всех режимов культивирования растений.

Все вышеперечисленные детали и узлы разработанной конструкции имеют принципиальное отличие от установок-аналогов, а уровень оснащения установки дополнительным кон-

трольно-измерительным оборудованием не имеет аналогов.

Установка изготовлена в модульном исполнении для быстрого и без особых финансовых и трудовых затрат сборки и функционирования в любом по площади нежилом, техническом помещении.

Производственные испытания разработанной биотехнологической установки в лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений ФГБНУ «Самарский НИИСХ», показали ее достоверные преимущества использования при производстве семенного материала оздоровленного картофеля (табл. 2).

Использование биотехнологической установки позволит производить в круглогодичном режиме стандартный, однородный (сертифицированный по ГОСТу) семенной материал картофеля со 100% отсутствием внутренней вирусной, виroidной, а также внешней грибной

и бактериальной инфекции, что значительно ограничено при производстве семенного материала как в открытом, так и в закрытом грунте.

Разработанная биотехнологическая установка проста в обслуживании и эксплуатации, не требует высококвалифицированных кадров. Она может быть применена широким кругом потенциальных потребителей, в том числе сельхозтоваропроизводителями, фермерами, владельцами личных подсобных хозяйств, занимающихся товарным и семенным производством картофеля. Применение указанными лицами разработанной биотехнологической установки позволит значительно увеличить объем производимых семян только в Самарской области в объеме до 1 000 000 штук в год, снизить себестоимость продукции 37% (за счет разработанной системы регулирования и контроля режимов культивирования растений, создания более оптимальных условий вегетации), а также сделать

Таблица 2. Продуктивность безвирусных микрорастений картофеля при выращивании в биотехнологических установках различного технического исполнения (ФГБНУ «Самарский НИИСХ», 2017)

Способ культивирования растений	Наименование сорта	Продуктивность растения, шт.	Доля стандартных клубней, %
Опытный образец	Ильинский	75,0	100,0
	Удача	87,0	100,0
	Жуковский ранний	55,0	100,0
	Жигулевский	96,0	100,0
Среднее по опыту		78,3	100,0
Картофельное дерево КД-10	Ильинский	25,0	100,0
	Удача	27,0	100,0
	Жуковский ранний	18,0	100,0
	Жигулевский	31,0	100,0
Среднее по опыту		25,3	100,0
Урожай 9000	Ильинский	55,0	100,0
	Удача	63,0	100,0
	Жуковский ранний	45,0	100,0
	Жигулевский	65,0	100,0
Среднее по опыту		57,0	100,0

ее более доступной для специалистов сельскохозяйственных предприятий, как Самарской области, так и других субъектов Российской Федерации, занимающихся производством семенного и товарного картофеля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлены результаты исследований по проблеме первичного семеноводства картофеля на безвирусной основе выполненных в рамках комплексного плана научных исследований ФАНО России «Развитие селекции и семеноводства картофеля». Дана комплексная оценка имеющихся на отечественном рынке биотехнологических установок и модулей. Разработан и апробирован опытный образец биотехнологической установки по круглогодичному производству оздоровленного семенного материала картофеля категории «семена оригинальные» нового поколения. Представлены основные параметры и особен-

ности разработанной установки. Даны рекомендации по применению и использованию полезной модели в агропромышленном комплексе Самарской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог сортов картофеля *in vitro* коллекции центра коллективного пользования ФГБНУ «Самарский НИИСХ» на 2017 год / А.В. Милехин, Е.В. Овес, С.Н. Шевченко, А.Л. Бакунов, Н.Н. Дмитриева, С.Л. Рубцов. Самара: Самарский научный центр РАН, 2017. 26 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 2011. 351 с.
3. Терентьева Е.В., Ткаченко О.В. Аэропонный способ получения мини-клубней картофеля // Известия ТСХА. 2016. Выпуск 1. С. 75-84.
4. Перспективы использования биотехнологических установок в безвирусном семеноводстве картофеля в Среднем Поволжье / А.В. Милехин, С.Л. Рубцов, А.Л. Бакунов, Н.Н. Дмитриева, О.А. Вовчук // Известия Самарского научного центра РАН, 2014. Том 16. № 5(3). С. 1184-1191.

BIOTECHNOLOGICAL INSTALLATION FOR ALL THE YEAR ROUND PRODUCTION OF VIRUS FREE POTATO MINITUBERS

© 2017 S. L. Rubtsov, A. V. Milekhin, S. N. Shevchenko, A. L. Bakunov, N. N. Dmitrieva

Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

Results of research on the issue of original potato seed production with use of biotechnological methods *in vitro* и *in vivo* are presented. Biotechnological installation for all the year round production of potato minitubers in closed ecological system is created. The basic units of installation are described.

Keywords: original potato seed production, microclonal propagation, virus free *in vitro* plant, minitubers, biotechnological installation for minitubers production.

Sergey Rubtsov, Research Fellow at the Agricultural Plants Biotechnology Laboratory.

Alexey Milekhin, Candidate of Agricultural Science, Head at the Agricultural Plants Biotechnology Laboratory.

E-mail: samniish@mail.ru

Sergey Shevchenko, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Science, Director

Alexey Bakunov, Candidate of Agricultural Science, Leading Research Fellow at the Agricultural Plants Biotechnology Laboratory. E-mail: bac24@yandex.ru

Nadezhda Dmitrieva, Senior Research Fellow at the Agricultural Plants Biotechnology Laboratory.