

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В БЕЗВИРУСНОМ СЕМЕНОВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

© 2014 А.В. Милёхин<sup>1</sup>, С.Л. Рубцов<sup>1,2</sup>, А.Л. Бакунов<sup>1</sup>, Н.Н. Дмитриева<sup>1</sup>, О.А. Вовчук<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Самарский НИИСХ», п. Безенчук, Самарская обл.

<sup>2</sup>ООО «Биолаб», п. Безенчук, Самарская обл.

Поступила в редакцию 15.12.2014

Представлены результаты многолетних исследований по проблеме первичного семеноводства картофеля на безвирусной основе. Дана комплексная оценка имеющихся на отечественном рынке биотехнологических установок и модулей. На основе многолетних исследований разработан опытный образец биотехнологической установки по круглогодичному производству оздоровленного семенного материала картофеля категории «семена оригинальные». Представлены основные параметры и особенности установки.

*Ключевые слова:* семеноводство картофеля, мини-клубни, биотехнологические установки.

### ВВЕДЕНИЕ

Картофель — одна из важнейших сельскохозяйственных культур, используемая для продовольственных и кормовых целей, а также для перерабатывающей промышленности. Это четвертая по распространенности продовольственная культура после кукурузы, пшеницы и риса. Картофель — культура питательная и полезная, имеет огромное мировое значение, и конечно велика его роль для России в целом и для Самарского региона в частности. По показателю средней урожайности картофеля (14 т/га) Россия значительно отстает даже от среднего мирового уровня (17 т/га). Особенно низкая продуктивность картофеля отмечается в хозяйствах населения. В личных подсобных хозяйствах картофелеводство базируется в основном на малопродуктивном ручном труде, практически отсутствует сортосмена и сортообновление, преобладает монокультура, редко проводятся защитные мероприятия, что является одной из причин распространения болезней, вредителей и получения низких урожаев.

Одной из главных причин низкой урожайности картофеля в Самарской области — исполь-

зование на посадку семенного материала низкого качества. Самарская область относится к зоне рискованного производства картофеля. Наиболее вредоносны вирусная и виroidная инфекции (вирусы X, Y, M, L, S). По данным Всероссийского НИИ картофельного хозяйства тяжёлые формы вирусов способны снизить урожай картофеля до 80 %. В связи с жаркой и сухой погодой в период вегетации и, как правило, высоким уровнем инфицирующей нагрузки в этих условиях темпы нарастания вирусных инфекций с каждой последующей репродукцией семян здесь значительно выше, чем в районах Центральной России. Высокая скорость инфицирования снижает продуктивность и ухудшает семенные качества картофеля уже после двух-трех вегетаций, а у восприимчивых сортов даже после первой (рис. 1)

Болезни картофеля отличаются повышенной вредоносностью, что в значительной мере обусловлено особенностями их биологии и возможностью постоянного существования возбудителей болезней в паразитической активной форме в связи с вегетативным размножением культуры. Популяции возбудителей из года в год сохраняются в семенном материале и передаются из поколения в поколение с тенденцией на увеличение.

Всё это неминуемо приводит к накоплению на территории области вредной микрофлоры, которая в значительной степени ухудшает и без того неблагоприятную фитопатогенную обстановку в регионе.

Такое положение во многом объясняется крайне недостаточными объёмами производства

*Милёхин Алексей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: samtiish@mail.ru*

*Рубцов Сергей Леонидович, научный сотрудник*

*Бакунов Алексей Львович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник*

*Дмитриева Надежда Николаевна, старший научный сотрудник*

*Вовчук Оксана Александровна, младший научный сотрудник.*

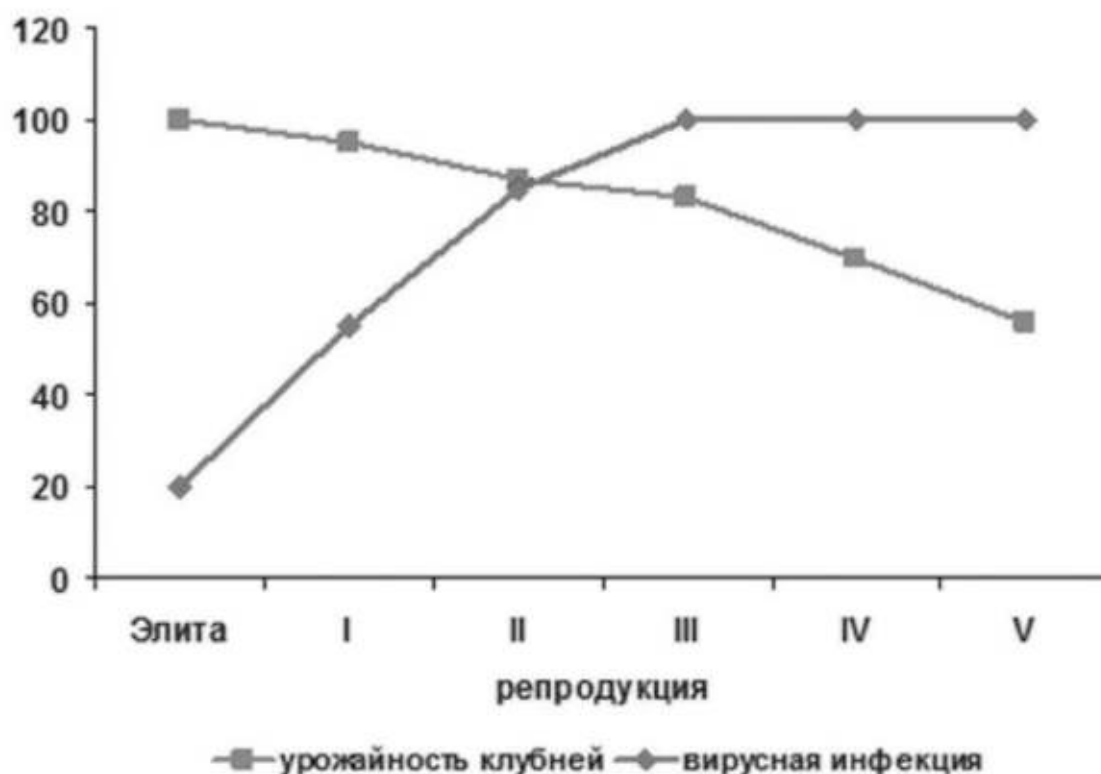


Рис. 1. Продуктивность и степень нарастания вирусной инфекции картофеля, % (по данным ВНИИКХ)

гарантированного здорового исходного материала, выращиваемого в благоприятных фитосанитарных условиях, или условиях максимальной защиты посадок от воздействия вредных организмов.

В настоящее время все большее значение приобретают биотехнологические установки, которые имеют экономическое преимущество, заключающееся в том, что для производства сельскохозяйственной продукции не требуются земельные участки. Также подобный метод выращивания автоматически избавляет растения от болезней, которые присущи почве, и от большого количества вредителей, живущих в земле.

Таким образом, увеличение производства семенного картофеля в условиях полной защиты от воздействия инфекционных агентов является первоочередной задачей. Максимально быстро высококачественный семенной материал картофеля высших репродукций в нашей зоне можно произвести, используя биотехнологические модули и установки различного технического исполнения. Однако представленные в настоящее время на мировом рынке модули и установки имеют целый ряд отрицательных особенностей, главные из которых - высокая энергозатратность и значительная металлоёмкость, что делает подобные установки финансово затратными. На устранение вышеназванных

проблем и были направлены многолетние исследования лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений Самарского НИИСХ.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В разные годы в исследованиях использовались сорта картофеля отечественной селекции: Жигулёвский, Волжанин, Удача, Жуковский ранний, Ильинский, Русский сувенир, Никулинский, Луговой, Невский, Лорх и зарубежной селекции: Розара, Ароза, Ред Скарлет, Ред Леди. В качестве объектов исследований использовались биотехнологические установки и модули различного технического исполнения: Картофельное дерево - 10 (г. Москва), Урожай 9000 (г. Москва). При производстве мини-клубней применялся регламент эксплуатации, разработанный для каждой биотехнологической установки. При закладке опытов использовались Методические рекомендации по проведению исследований по культуре картофеля.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с утвержденными ГОСТами и стандартами в Российской Федерации принято два способа ведения семеноводства картофе-

ля. Первый основывается на полевом отборе наиболее здоровых и типичных растений. Данный способ не совершенен, так как визуально невозможно выделить растения свободные от внутренней (вирусной) инфекции. Кроме того он значительно трудоёмок и для своего выполнения требует большое количество работников со специальным образованием и определёнными навыками. Второй способ получения высококачественного семенного материала картофеля основан на лабораторном выявлении у растения внутренней (вирусной, виroidной) и внешней (грибной, бактериальной) инфекции и оздоровлении с последующим размножением в условиях световых комнат или специализированных конструктивных помещений защищенного грунта. Данный способ более приемлем, так как производство оздоровленного материала возможно в течение круглого года в условиях любого производственного помещения. При этом дальнейшее размножение растений и производство мини-клубней проводится преимущественно с использованием биотехнологических установок различного технического исполнения. По многолетним данным Самарского НИИСХ максимальная урожайность микро-растений по группе сортов отмечена именно на биотехнологических модулях КД-10 Картофельное дерево-

10 (гидропонное выращивание) и Урожай 9000 (аэропонное выращивание). При этом максимальная доля стандартных по размеру клубней также отмечена при выращивании на биотехнологических модулях (табл. 1).

Необходимо отметить, что производственный цикл при данном способе выращивания проходит в замкнутом помещении, что полностью исключает влияние внешних условий, в первую очередь проникновение инфекции. Сбор клубней при таком способе производства полностью контролируется специалистами, что подтверждается на практике 100 % товарностью (стандарт по ГОСТу) получаемой продукции, а разработанный технологический регламент производства оздоровленного семенного картофеля на биотехнологическом модуле Картофельное дерево («КД-10») позволяет оптимизировать расходы на технологический процесс.

Однако проведенный сравнительный скрининг имеющихся на мировом рынке биотехнологических аппаратов и модулей, и многолетний опыт использования данных установок учёными Самарского НИИСХ показал их существенные недостатки и технические недоработки.

Биотехнологическая установка КД-10 (ООО «Дока Генные Технологии», г. Москва) требует специально оборудованного объемно-

**Таблица 1.** Сравнительная продуктивность микро-растений оздоровленного картофеля при различных способах выращивания (Самарский НИИСХ, 2005-2013 гг.)

Объект исследований	Способ культивирования	Продуктивность растений, шт.	Коль-во растений на 1м <sup>2</sup> шт.	Продуктивность растений с 1 м <sup>2</sup> шт.	Доля стандартных клубней, %
Микро-растение Среднее по группе сортов	Открытый грунт (посадка в почву)	2,5	16,0	40,0	55,0
	Грунтовая теплица (посадка в почву)	4,0	16,0	63,3	75,0
	Грунтовая теплица (посадка в рулоны)	1,6	352	563,2	40
	<b>Гидропонное выращивание</b>	<b>20,0</b>	<b>32</b>	<b>640,0</b>	<b>100,0</b>
	<b>Аэропонное выращивание</b>	<b>36,5</b>	<b>32</b>	<b>1168,0</b>	<b>100,0</b>

го помещения. Использование в качестве источника освещения натриевых ламп высокого давления мощностью 400-600 Вт, приводит к сильному перегреву растений, тем самым требуя установки 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 существенно увеличивает себестоимость производимой продукции. Потенциал продуктивности растения на данных установках по группе сортов не превышает 20 мини-клубней.

Более современная установка «Урожай 9000» (ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии Россельхозакадемии, 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, а именно 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, однако даже при наличии глубокой 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 пуско-регулирующего устройства приводит к отключению 2 ламп в близкой технологической зоне, что приводит к снижению, а порой и остановке фотосинтеза у растений, все это неминуемо сказывается на уровне продуктивности растений (табл. 2).

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 мини клубней картофеля, и позволяет осуществлять выращивание и сбор мини 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.

Разработанная биотехнологическая установка по выращиванию семенного картофеля состоит из следующих технических и технологических узлов: облегченного каркаса-опоры для крепления культивационного модуля; резервуар для культивирования растений картофеля; комбинированный блок освещения растений; система подачи питательного раствора; система контроля условий культивирования растений. Биотехнологическая установка имеет модульный характер сборки и при необходимости может быть изготовлена для любого по площади технического помещения (рис. 2).

Опытный образец имеет существенные отличия от имеющихся на мировом и отечественном рынке аналогов.

Установка оснащена уникальной системой подачи питательного раствора в корневую зону растений, связанной с использованием пьезокерамического элемента который позволяет подавать в корневую зону растворенные органо-минеральные элементы питания в виде холодного или теплого пара. Данная система питания характеризуется максимальной степенью поглощения растениями необходимых элементов питания в нужной концентрации, а также отсутствием проблем загнивания корневой системы.

Оборудована современной системой освещения характеризующейся комбинацией светодиодных и люминесцентных источников света различного спектрального состава и характеристик, что создает оптимальные условия для роста и развития картофеля, формируя максимальную имитацию естественных природных условий выращивания, а также сокращает энергопотребление и снижает себестоимость производимой продукции.

Лоток установки 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.

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

Все вышеперечисленные детали и узлы раз-

**Таблица 2.** Сравнительная характеристика установок по непрерывному производству оздоровленного семенного материала картофеля

Наименование показателя/технического узла	КД-10	Урожай 9000	Опытный образец
Производственная площадь, м <sup>2</sup>	10,0	2,4	1,8
Количество лотков для крепления растений	14	5	2
Количество высаживаемых растений, шт.	322	65	44
Расположение лотков на установке	Одноярусное	Одноярусное	Двухъярусное
Расход электроэнергии, кВт*ч/м <sup>2</sup>	2,8	1,5	не более 0,8
Каркас установки	Металлический	Металлический	Металлический облегченный
Система освещения растений	6 ламп ДнаТ 400 (400 Вт)	30 ламп люминесцентных (36 Вт)	Комбинированный щит состоящий из люминесцентных ламп и светодиодов
Система подачи питательного раствора	Механическое распределение питательного раствора по лоткам через систему трубопроводов, сток самотеком	Впрыск питательного раствора под давлением через форсунки расположенные напротив каждого растения внутри лотка	Подача питательного раствора посредством пьезокерамического элемента
Система контроля условий выращивания	В наличии датчик контроля температуры воздуха	В комплекте отсутствует	В комплекте датчики контроля температуры, воздуха, питательного раствора, влажности воздуха, Ph раствора,
Система включения подачи питательного раствора и освещения установки	Освещение: механическое реле Питательный раствор: механическое реле	Включение освещения и подачи питательного раствора посредством двухканального микропроцессора	Включение освещения посредством многоканального микропроцессора отечественного производства
Возможность модульного использования	Не предусмотрено	Возможно при дополнительных вложениях	Возможно без дополнительных вложений

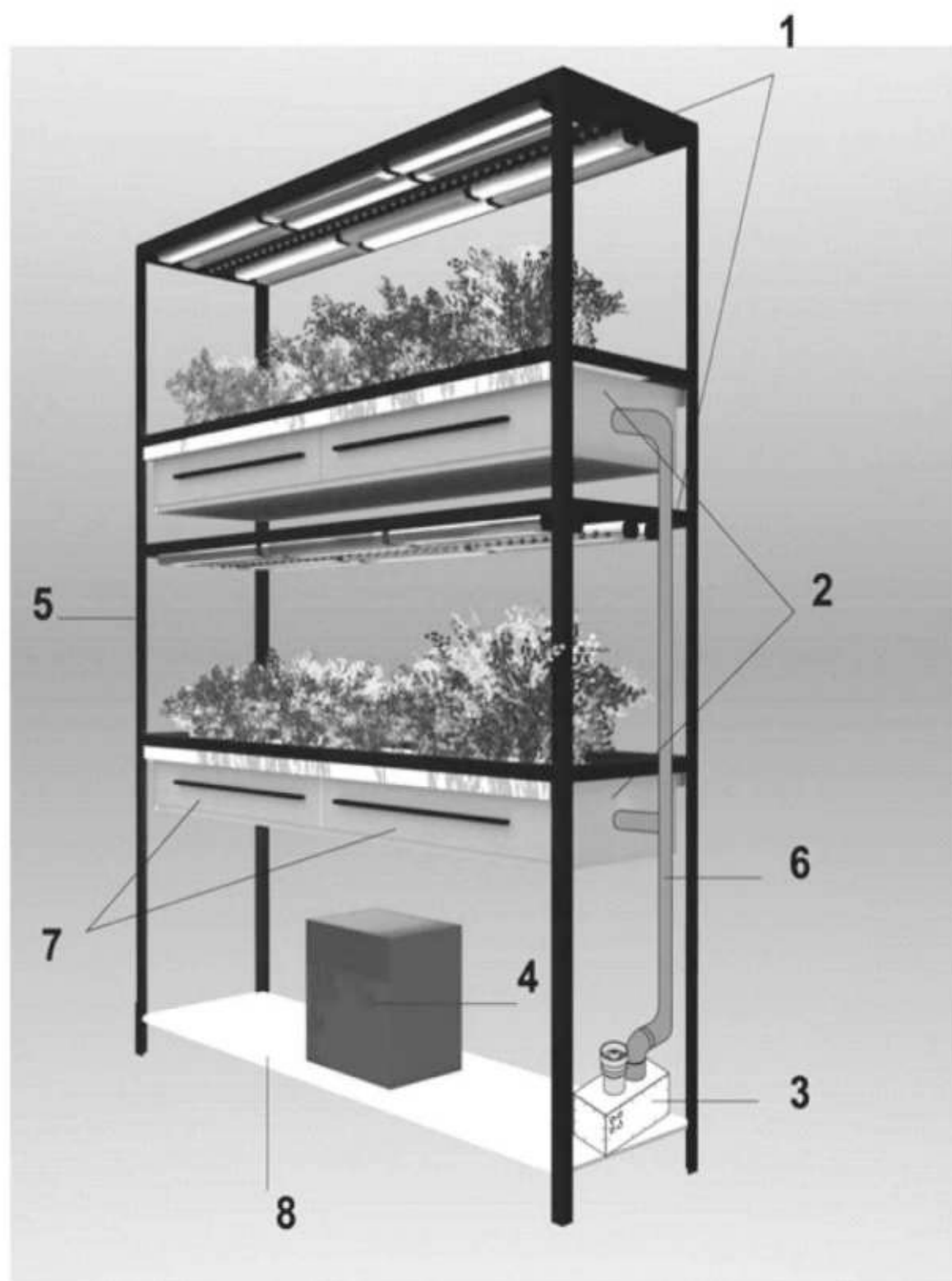
работанной конструкции имеют принципиальное отличие от установок-аналогов, а уровень оснащения установки дополнительным контрольно-измерительным оборудованием не имеет аналогов.

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

Производственная апробация разработанной биотехнологической установки, проведенная в

лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений ФГБНУ «Самарский НИИСХ», показала достоверные преимущества использования при производстве семенного материала оздоровленного картофеля.

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.



**Рис. 2.** Внешний вид биотехнологической установки:

1. Световой щит;
2. Посадочный лоток;
3. Аппарат для подачи питательного раствора;
4. Емкость для питательного раствора;
5. Металлический каркас;
6. Трубопровод подачи питательного раствора;
7. Пластиковые двери лотков;
8. Функциональная полка.

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 установки указанными лицами позволит значительно увеличить объем производимых семян только в Самарской области в объеме до 1 000 000 штук, снизить себестоимость продукции как минимум на 50% (за счет разработанной системы регулирования и контроля режимов культивирования растений, создания оптимальных условий вегетации).

Производство данной установки в серийном выпуске позволит сельхозтоваропроизводителям, фермерам и владельцам личных подсобных хозяйств, занимающихся производством товарного и семенного картофеля, наладить производство семян в структуре своих предприятий. Кроме того, высоким спросом будет пользоваться и продукция, произведенная на установках, так как рынок насыщен.

Разработанный опытный образец биотехнологической установки циклического производства оздоровленного семенного картофеля категории «оригинальные семена», способен гарантированно производить качественный семенной материал в круглогодичном режиме в любом техническом (нежилом) помещении полностью изолированном от внешних воздействий окружающей среды (погодных, сезонных, а также биологических угроз).

Функционирование разработанной биотехнологической установки не требует специально обученного персонала. Установка проста в обслуживании и эксплуатации.

Проект по разработке и созданию установки стал победителем областного конкурса научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ «Опытный образец» и осуществлялся при финансовой поддержке Некоммерческой организации «Инновационный фонд Самарской области» (договор предоставления гранта №9/2013-ОО-РП-052/71 от 03.06.2013).

Созданное техническое решение охраняется в режиме «Коммерческая тайна» под названием «Биотехнологическая установка непрерывного производства семенного материала оздоровленного картофеля категории «семена оригинальные» о чём сделана соответствующая запись в реестре Самарского центра интеллектуальной

собственности №141 от 24.01.2014 г.

Разработанный опытный образец биотехнологической установки был представлен на 15 Поволжской агропромышленной выставке в 2013 году и стал победителем в конкурсе инноваций в АПК в номинации «Лучшая инновационная разработка года» и отмечен «Золотой медалью».

Проект зарегистрирован в единой базе данных инновационных проектов Самарской области по адресу:

<http://startupsamara.ru/Bases/Projects/Display?projectId=62b8d12b-fbbc-47d6-87ca-af917ee08097>

В настоящее время рассматривается программа коммерциализации проекта на территории Российской Федерации.

В декабре 2014 года проект «Создание биотехнологической установки непрерывного производства семенного материала оздоровленного картофеля категории «семена оригинальные» был одобрен для реализации на территории технопарка в сфере высоких технологий «Жигулевская долина» (г. Тольятти) на 2015-2019 гг. Общая расчётная стоимость реализации проекта 15651,0 тыс. рублей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлены результаты многолетних исследований по проблеме первичного семеноводства картофеля на безвирусной основе. Дана комплексная оценка имеющихся на отечественном рынке биотехнологических установок и модулей. На основе многолетних исследований разработан и апробирован опытный образец биотехнологической установки по круглогодичному производству оздоровленного семенного материала картофеля категории «семена оригинальные» нового поколения. Представлены основные параметры и особенности разработанной установки. Даны рекомендации по применению и использованию разработанной установки в агропромышленной комплексе Самарской области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов Б.В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля (Практическое руководство). М.: ФГНУ «Росниформагрортех», 2004. 80 с.
2. Кучумов А.П., Анисимов Б.В. Методы производства семенного картофеля на безвирусной основе (Обзорная информация ВНИИТЭИСХ). М, 1974. 84 с.
3. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Коршунов А.В., Дуркин

М.И. О концепции развития оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля в России // Картофель и овощи, 2004.

4. Симаков Е.А., Анисимов Б.В. Новые подходы и перспективные направления в развитии семеноводства

Российских сортов картофеля // Тезисы совместного заседания Секции картофелеводства РАСХН и XI Координационного совета по картофелю НИУ Урала, Западной Сибири, Поволжья и Северного Казахстана, 2005

## PERSPECTIVES OF USING OF BIOTECH INSTALLATIONS IN VIRUS-FREE POTATO SEED PRODUCTION IN THE MIDDLE VOLGA

© 2014 A.V. Milekhin<sup>1</sup>, S. L. Rubtsov<sup>1,2</sup>, A. L. Bakunov<sup>1</sup>, N. N. Dmitrieva<sup>1</sup>, O. A. Vovchuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

<sup>2</sup> Biolab, Bezenchuk, Samara Region

Results of many years of research on the issue of original potato seed production are presented. The complex estimation of biotech installations and modules available in the domestic market. Based on years of research developed a prototype biotechnological installation for year-round production of the improved potato seed. Basic parameters and characteristics of the installation are presented.

*Keywords:* potato seed production, mini-tubers, biotech plant.

---

*Alexey Milyokhin, PhD, Head at the Agricultural Plants Biotechnology Laboratory. E-mail: samniish@mail.ru*

*Sergey Rubtsov, Research Fellow.*

*Alexey Bakunov, PhD, Leading Research Fellow*

*Nadezhda Dmitrieva, Chief Research Fellow*

*Oxana Vovchuk, Associate Research Fellow.*