УДК 631.582

Анализ и выбор эффективного способа для выращивания меристемных растений картофеля (*Solanum Tuberosum* L.)

Жеребцов Б.В.¹, Козлов А.В.², Нетёсов С.В.²

¹Государственный аграрный университет Северного Зауралья

²Тюменский колледж производственных и социальных технологий

Аннотация

В данной статье рассмотрены способы выращивания меристемных растений и изучены основы методики гидропоники. Приведены исследования основных характеристик по выращиванию растений картофеля в питательной среде на базе спроектированной автоматизированной гидропонной установки и проведено сравнение показателей с традиционными методами.

Ключевые слова: ГИДРОПОНИКА, БЕСПОЧВЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ, ГИДРОПОННОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, ГИДРОПОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Введение

В последние годы мини-клубни практически стали самостоятельной товарной группой на мировом рынке оригинального семенного картофеля. Это, в свою очередь, привело к необходимости разработки стандартизированных процедур технологического процесса производства мини-клубней и их использования в семеноводстве картофеля.

В России в течение длительного времени развитие традиционных (базовых) технологий выращивания мини-клубней было ориентировано на использование обогреваемых зимних грунтовых теплиц. Но из-за резкого повышения энергозатрат, связанных с отоплением, освещением и заменой грунта, многие производители стали переходить на использование менее затратных технологий выращивания мини-клубней в весенне-летнем обороте в условиях необогреваемых каркасных укрытий тоннельного типа

с применением легких синтетических укрывных материалов. Практика показала, что использование вегетационных сооружений такого типа при строгом соблюдении условий контролируемой среды и мер защиты от насекомых - переносчиков инфекции позволяет в весенне-летнем обороте обеспечить достаточно высокий количественный выход мини-клубней и уровень их качества, соответствующий нормативным требованиям стандарта.

По экспертным оценкам на основе «тоннельных технологий» в весенне-летнем обороте в общей сложности производится около 80% мини-клубней, в то время как объем выращивания мини-клубней на основе альтернативных технологий с применением гидропонной (водной) и аэропонной (воздушной) культуры составляет около 20% [1].

Цель работы – это повышение эффективности гидропонного метода выращивания меристемных растений за счет автоматизации технологического процесса с внедрением энергоэффективного освещения на основе фитосветодиодов, для решения которой были поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть способы выращивания меристемных растений.
2. Изучить основы методики гидропоники.
3. Спроектировать автоматизированную гидропонную установку.
4. Исследовать основные характеристики по выращиванию растений картофеля в питательной среде.
5. Сравнить показатели с традиционным методом.

В ходе эксперимента необходимо проверить данные, что внедрение в процесс выращивания меристемных растений с применением методики гидропонного выращивания позволяет снизить затраты на обработку почвы, исключить влияние насекомых вредителей и сорняков, выращивать большое количество растений на ограниченной площади, рационально использовать питательную среду, регулировать рост растений, увеличивать производительность.

В практике существует ряд решений по выращиванию растений за счет автоматизации технологического процесса. Рассмотрим содержание некоторых из них.

Традиционный

Накопленный в последние годы практический опыт показал, что выращивание мини-клубней с применением тоннельных технологий без строгого соблюдения надлежащих

условий контролируемой среды не исключает риски возможного переноса извне фитопатогенов (вирусы, вириды, фитоплазмы). Это приводит к серьезным проблемам в отношении качества семенного материала даже непосредственно в прямом потомстве из мини-клубней (первое полевое поколение) или при дальнейшем его размножении в процессе оригинального семеноводства. В конечном итоге, такие партии приходится в буквальном смысле выбраковывать из дальнейшего оборота, из-за их несоответствия нормативным требованиям стандарта, что приводит к серьёзным экономическим потерям.

Одним из важнейших технологических требований при использовании тоннельных технологий выращивания мини-клубней является расположение тоннельных укрытий в зоне с максимально низкой численностью переносчиков и источников вирусных и других инфекций. При этом, исключительно важное значение имеет наличие в каждом тоннельном укрытии двойных входных дверей, дезинфицирующих ковриков для обуви, места для смены одежды, надевания специальных защитных халатов, головных уборов, перчаток, мытья и дезинфекции рук на входе.

Субстраты, применяемые для выращивания мини-клубней, должны быть изолированы защитной пленкой от грунтовой почвы тоннельных укрытий. Обеззараживание субстратов с применением фумигации, дезинфекции паром или ежегодной замены также является обязательным технологическим требованием.

В первоначальный период для акклиматизации высаженных растений важное значение имеет проведение опрыскиваний водяным туманом. В дальнейшем в период вегетации растений особенно важно обеспечить создание наиболее оптимальных условий температуры, освещения, циркуляции воздуха и контроль влажности. Для полива необходимо использовать только очищенную воду или воду из артезианского источника, с регулярной проверкой на наличие вредных для картофеля организмов [2].

Гидропонный

Для выращивания мини-клубней с применением гидропонных технологий обычно рекомендуется проводить подращивание микрорастений с целью получения адаптированной рассады с хорошим развитием листьев, стеблей и корневой системы для последующей высадки их в гидропонные модули различных типов и конструкций, где в качестве питательной основы используют растворы различных макро- и микроэлементов,

концентрация которых может изменяться в зависимости от фаз и сроков вегетации растений, поддерживая рН питательной среды на уровне 5,9-6,3. Подача питательного раствора и освещение растений в гидропонных установках регулируется с помощью таймеров, настроенных на соответствующие режимы. Относительная влажность воздуха в вегетационных помещениях должна поддерживаться на уровне 50-55%. Сбор мини-клубней проводят по мере их созревания и достижения оптимального стандартного размера. Собранный урожай клубней закладывают на хранение при температуре хранения +3 +4°C.

Одно из важных преимуществ гидропонного способа заключается в том, что он позволяет достаточно эффективно вести круглогодичное выращивание мини-клубней и практически исключает риск вирусного заражения извне в процессе ускоренного размножения здорового (свободного от инфекций) семенного материала. Вместе с тем, результаты проведенных исследований (Анисимов, Габель и др., 1998) показали, что мини-клубни, выращенные в гидропонных модулях, необходимо использовать строго дифференцированно в зависимости от сроков их съема [2].

Аэропонный

Аэропоника — это метод выращивания растений, при котором корни растений постоянно или периодически должны находиться в среде, насыщенной питательным раствором в виде тумана или аэрозоля. Основной принцип аэроponики - выращивание растений в закрытой или полужакрытой среде путем опрыскивания их корней раствором, богатым питательными веществами. В идеале, помещение, оборудованное аэропонными установками, должно быть изолировано от внешней среды, чтобы поддерживать высокий уровень фитогигиены и профилактики вредителей и болезней. Это также позволяет обеспечить более быстрый вегетативный рост по сравнению, например, с условиями почвенной культуры в теплицах.

Для аэропонного способа производства мини-клубней применяются различные типы установок, где питание растений осуществляется путем подачи питательного раствора к корням в виде аэрозоля, насыщенного кислородом. Так как корни находятся в воздушном пространстве, важно поддерживать повышенную влажность воздуха, оберегая их от пересыхания.

Управление метаболизмом при аэропонном способе выращивания мини-клубней позволяет более успешно регулировать условия абиотической среды, чем традиционные способы и технологии. С помощью оптимально подобранных составов минерального питания, а также спектрального состава света и температуры вокруг листовой поверхности и в корневой зоне растений, можно управлять метаболизмом растений, ускорять отток пластических веществ в клубни. Таким образом, существенно ускоряется клубнеобразование и увеличивается количественный выход мини-клубней.

Как показали исследования, проведенные Ю.Ц. Мартиросяном с сотрудниками во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной биотехнологии с одного куста, при соблюдении всех условий технологии, можно собрать 50–120 мини-клубней массой по 5–30 граммов в зависимости от сорта. В отдельных экспериментах были получены результаты, позволяющие сделать выводы о том, что природный потенциал растений в действительности выше и колеблется в пределах 250–300 мини-клубней с одного куста. Все зависит от длительности вегетации, условий выращивания и сорта картофеля.

Выращивание растений в закрытых культивационных помещениях под искусственным освещением имеет ряд преимуществ, однако требует создания оптимальных режимов для роста и развития растений. Параметры культивационного помещения должны способствовать максимальному раскрытию природного, генетического потенциала растений. В закрытых помещениях под искусственным освещением довольно значительны энергетические затраты. Для решения этой проблемы актуальным становится применение инновационных технологий - низкоэнергетических светодиодных облучателей [2].

В современной практике наиболее значительное развитие получили комбинированные аэрогидропонные технологии, в которых активная аэрация корневой системы (аэропоника) сочетается либо с непрерывным, либо с периодическим погружением ее в питательный раствор (гидропоника). Это позволяет наилучшим образом оптимизировать условия для роста вегетативной массы, развития корневой системы и клубнеобразования. Эти технологии становятся все более востребованными особенно для ускоренного размножения новых и дефицитных сортов.

В ходе исследований, было принято решение о разработке и испытании выращивания мини-клубней на автоматизированном аэрогидропонном модуле. Рабочая

площадь установки составила 1 кв.м, количество растений для культивации - 50 шт. Аэрогидропонная установка имеет автоматизированную систему управления процессом проращивания растений [3].

Метод гидропоники направлен на ускорение и улучшение роста сельскохозяйственных культур и созревания плодов. Есть несколько различных вариантов гидропонических установок, но принцип их работы один – насытить корни растений необходимыми минералами и соединениями. Чаще всего используют гидропоническое оборудование в виде горшка или емкости с питательным раствором и решетки, которая накрывает эту емкость. На решетку насыпают слой субстрата. Это может быть любая нейтральная или слабокислая среда, не склонная к развитию в ней микроорганизмов и бактерий. Подходят торф, мох, керамзит, кокосовые волокна и подобные субстраты.

В этот дерн высевают семена растений. Корешки должны обязательно смачиваться питательным раствором, который состоит из воды и химических соединений. Этот контакт и позволяет культурам расти, так как они получают все необходимые вещества.

Принцип работы автоматизированной аэрогидропонной установки

Автоматизированная аэрогидропонная установка оснащена микроконтроллером Arduinomini (UNO). Питание установка получает от сети 220 В 50 гц, в дальнейшем планируется установка автономного источника питания в случае аварийного отключения электроэнергии.

Микроконтроллер с заданной периодичностью подает сигнал на управляющие контакты реле, которые в свою очередь осуществляют управление системой микроклимата установки, а именно освещение, вытяжной и приточной вентиляции, водяной помпой, так же не исключена возможность подключения дополнительного модуля обогрева.

Вся система контролируется датчиками влажности, температуры, уровня воды, датчиками освещенности, при необходимости существует возможность подключение дополнительных датчиков. Обычные лампы накаливания не годятся в связи с их большим энергопотреблением, малым сроком службы, невозможностью полностью обеспечить растения наилучшим спектром для их роста. Высокий уровень развития фитосветодиодных технологий позволяет полностью обеспечить растения спектром в максимальной зоне работы фотосинтеза, а также они имеют низкое энергопотребление, высокий срок службы

[4].

Ресурсы, необходимые для реализации проекта

1. Консультанты в сфере сельского хозяйства (организовано сотрудничество с сотрудниками НИИ СХ СЗ филиал ТюмНЦ СО РАН).
2. Материально-техническое обеспечение: цифровая техника, стеллажи, система водоснабжения и водоотведения, электронное оснащение (МТБ колледжа по компетенции Сити-фермерство).
3. Расходные материалы: питательный раствор (собственное приобретение питательных растворов через hydroponic-shop.ru).

Результаты

Эксперимент проводился с 25 января по 15 февраля 2021 года в смонтированной гидропонной установке на территории НИИ СХ СЗ филиал ТюмНЦ СО РАН.

Таблица 1. Экспериментальные данные

Название	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Срок службы, ч	Цветовая температура, К	Цена, р	Размеры, мм
Люминесцентные лампы OSRAM	36	2500	10000	5000	271	Длина: 1200 Ширина: 25 Высота: 25
Светодиодные лампы VKL ELECTRIC	18	1600	50000	6500	218	
Фитосветодиодные лампы JAZZWAY	18	1600	50000	-	225	

На каждом из вариантов освещения выращивали по 20 растений указанного сорта, в 3-кратной повторности. В течение опыта на 7, 14, 21 сутки измеряли показатели, характеризующие развитие растений: высота растения, количество листьев, междоузлий и корней на одно растение.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась согласно международным требованиям, предъявляемым к обработке данных научных исследований, при помощи программы для персональных компьютеров «SPSS 11,5 for Windows».

В процессе выполнения работ в культуре ткани картофеля одним из главных показателей является количество сформированных междоузлий. Чем выше их количество, тем больше регенерантов можно получать при каждом пассаже. Этот показатель также зависит от сортовых особенностей, а также регулируется внешними и внутренними факторами. К внешним относится свет, тепло и влажность, к внутренним – физиологический возраст регенеранта и состав питательной среды.

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований

Вариант	Высота растения, мм	Количество листьев, шт.	Количество междоузлий, шт.	Количество корней, шт.	Длина корней, см
7 день					
Традиционный	31,33	4,37	1,97	2,93	36,67
Гидропоника	34,17	5,37	2,40	3,63	34,30
14 день					
Традиционный	36,40	5,30	2,63	3,10	41,99
Гидропоника	39,23	6,40	2,87	3,73	37,06
21 день					
Традиционный	36,17	5,33	2,30	2,97	44,86
Гидропоника	41,60	6,23	2,90	3,43	44,55

Заключение

В ходе сравнения выявлено положительное влияние фитосветодиодных ламп на рост и развитие меристемных растений картофеля сорта «Розара». Использование быстроразвивающейся технологии фитосветодиодных ламп позволяет снизить расходы за счёт длительного срока службы и низкого энергопотребления, а самое главное применение оптимального режима для досвечивания, которое позволяет использовать видимую часть спектра в полном диапазоне [5]. В дальнейшей перспективе - реализация проекта по Аэрогидропонной автоматизированной установке полного цикла.

Список используемых источников

1. Козлов А.В., Нетёсов С.В., Ренев Н.О. Анализ показателей влияния

искусственного освещения на рост и развитие меристемных растений *solanum tuberosum* l. Сорта розара // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2021. - №2. - С. 126-128.

2. Хутинаев О.С., Зебрин С.Н., Грачева И.А., Анисимов Б.В., Инновационные технологии выращивания мини-клубней в безвирусном семеноводстве картофеля (Аналитический обзор) // Евразийское Научное Объединение (ЕНО). - 2019. - №1.

3. Нетёсов С.В., Лапшин И.П., Козлов А.В. влияние светодиодных ламп на рост растений // Мир инноваций. - 2020. - № 1. - С. 11-14.

4. Нетёсов С.В., Лапшин И.П., Ренёв Н.О., Козлов А.В. Исследования влияния искусственного освещения на рост и развитие меристемных растений *solanumtuberosum* l // Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК - 2020. - С. 45-48.

5. Овэс Е.В. и Анисимов Б.В. Методические рекомендации по тиражированию invitro материала для оригинального семеноводства картофеля. - М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2017. – 25 с.

=====

Цитирование:

Жеребцов Б.В., Козлов А.В., Нетёсов С.В. Анализ и выбор эффективного способа для выращивания меристемных растений картофеля (*SolanumTuberosum* L.) [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №7. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/7/st_014.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20217014>.