

УДК 635.21:631.53.01:6311.589

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ МИНИ-КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ АЭРОПОНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ СРЕДЫ МУРАСИГЕ-СКУГА.

Семенова З.А., Хадыко О.Н., Подобед Н.И.

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», Беларусь

E-mail: semenova_zo@ tut.by

РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются вопросы оптимизации производственного процесса растений картофеля в режиме аэропоники – регуляция состава питательного раствора, соответствующего потребностям растений. Различные варианты среды Мурасиге-Скуга с модифицированным составом макросолей могут использоваться для получения мини-клубней в условиях аэропоники.

Ключевые слова: мини-клубни картофеля, аэропоника, питательный раствор, среда Мурасиге-Скуга.

ВВЕДЕНИЕ

Современная технология производства высококачественного семенного материала картофеля предусматривает получение биотехнологическими методами здорового материала в культуре *in vitro* и производство первого клубневого поколения в сооружениях защищенного грунта [1]. Повышение эффективности технологии получения мини-клубней картофеля и сохранение эффекта оздоровления является чрезвычайно актуальной задачей. Поэтому наряду с традиционной технологией необходимо использование современных инновационных технологий, способствующих повышению эффективности семеноводства картофеля [2].

В результате совместной научно-исследовательской работы в РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству" и ОАО «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения» была разработана техническая документация и изготовлены опытные и технологические модули по производству мини-клубней в условиях аэропоники. Проведены исследования по регуляции абиотической среды в процессе онтогенеза растений картофеля в условиях аэропоники и системы питания в фазу адаптации, активного роста вегетативной массы, фазу клубнеобразования. Одной из основных задач

наших исследований является оптимизация питательных сред для клубнеобразования на основе модифицированной среды Мурасиге-Скуга (М-С) при выращивании растений в условиях аэропоники со светодиодным освещением.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Аэропонный модуль, изготовленный ОАО «2666 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения» состоит из двух взаимосвязанных емкостей для посадки растений и двух светильников. В верхней крышке емкостей располагаются отверстия, в которые опускаются корни растений. В каждую емкость высаживается 74 растения. Площадь поверхности, приходящаяся на одно растение 10x10 см². Внутри емкостей через систему отверстий с помощью парогенератора, располагающегося ниже, подается питательный раствор в виде пара. Боковые стенки емкостей открываются для снятия клубней. Под емкостью с растениями располагается парогенератор, блок электроники и бак (объем 10 литров) для питательного раствора. Над поверхностью каждой емкости с высаженными растениями располагается регулируемый по высоте светильник. Светильник включает красные с длиной волны 660нм и синие с длиной волны 445нм светодиоды, ультрафиолетовые светодиоды и люминесцентные лампы. Светодиодный светильник подключен к компьютеру. Регуляция светового режима осуществляется благодаря компьютерной программе, т.е. регуляция концентрации светодиодного свечения, продолжительность свечения в зависимости от фазы роста осуществляется автоматически в соответствии с компьютерной программой.

Весь онтогенез растений был разбит на три фазы: фаза адаптации, фаза активного роста и фаза клубнеобразования. Для каждой фазы был разработан свой регламент, включающий продолжительность фотопериода, освещенность, температура зоны листьев и ризосферы, режим питания, рН среды, длительность фазы (таблица 1).

Таблица 1 – Технологический регламент

Режимы	Фаза адаптации	Фаза активного роста	Фаза клубнеобразования
Продолжительность фотопериода (часы)	9/15	16/8	8/16
Освещение (светодиоды)	Красные %* Синие %*	Красные % Синие % Люминесцентные	Красные % Синие % Ультрафиолетовые

Продолжение таблицы 1

Температура зоны расположения листьев (°С)	21	21-23	19
Температура зоны ризосферы (°С)	19	19	17
Режим питания	Дист. Вода(6дней), 50% пит р-р (5дней).	100% пит. Р-р	100% пит. Р-р
рН раствора	5,8-7	5,8-7	5,8-7
Продолжительность фазы	10дней	30 дней	С 55 по 100

Примечание – *Процентная концентрация светодиодного свечения, ноу-хау РУП "НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству" «2566 завод по ремонту радиоэлектронного вооружения».

Подача питательного раствора в виде пара осуществлялась непрерывно, поэтому в соответствии с фазами онтогенеза растений в бак заливался питательный раствор. Периодичность замены раствора 7 дней. Относительная влажность воздуха в помещении поддерживалась на уровне 50–55%. Для поддержания нужной температуры в соответствии с разработанным регламентом использовался кондиционер. В опыте использовали питательные растворы на основе среды Мурасиге-Скага модифицированные по составу макро- и микросолей, витаминов и хелатного железа (таблица 2).

Таблица 2 – Питательные растворы на основе модифицированной среды Мурасиге-Скуга, используемые для получения мини-клубней в условиях аэропоники

М – С модифицированная*		М – С модифицированная**	
Макросоли		Макросоли	
компонент среды	Количество вещества г/л	Компонент среды	Количество вещества г/л
NH ₄ NO ₃	16,2	NH ₄ NO ₃	16,2
KNO ₃	19,5	KNO ₃	38,0
KH ₂ PO ₄	1,7	KH ₂ PO ₄	1,7
MgSO ₄ ·7H ₂ O	3,7	MgSO ₄ ·7H ₂ O	7,4
CaCl ₂ 2H ₂ O	4,4	CaCl ₂ 2H ₂ O	4,4
		K ₂ SO ₄	1,7
B6	1,0	B6	1,0
B1	1,0	B1	1,0

Продолжение таблицы 2

аск. к- та	0,5	аск. к- та	0,5
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	0,54	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	0,54
Трилон Б	1,0	Трилон Б	1,0
Микросоли		Микросоли	
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,25	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,25
H_3BO_3	6,2	H_3BO_3	6,2
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22,3	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	22,3
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10,58	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	10,58
KI	0,83	KI	0,83
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,025	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,025
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,025	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,025

Маточный раствор $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ готовился отдельно. Содержание микросолей в питательном растворе уменьшено в два раза по отношению к среде Мурасиге-Скуга. Из приготовленных маточных растворов готовился рабочий раствор следующего состава.

Макросоли – 500мл/10л

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 500мл/10л

Микросоли – 10мл/10л

Аскорбиновая кислота – 10мл/10л

Витамин B_6 – 5мл/10л

Витамин B_1 – 10мл/10л

Fe –хелат – 50мл/10л

Первые 6 дней, согласно регламенту, подавалась дистиллированная вода. Затем, 5 дней подавалась половинная доза раствора, а в последующие дни – полная. По мере потребления раствора каждые 7 дней заливался вновь приготовленный раствор с корректировкой pH раствора.

В опыте использовались растения *in vitro* сорта Скарб. Растения извлекали из пробирок и высаживали на ионообменный субстрат для адаптации в течение 14 дней в условиях растительного зала при 16 часовом фотопериоде [3]. Затем растения доставали из субстрата, корни растений отмывали в дистиллированной воде и опускали в отверстия емкости аэропного модуля. Согласно разработанному регламенту, растения вегетировали до полного отмирания ботвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

После фазы адаптации, которая, согласно разработанному регламенту, длилась 10 дней, растения перешли в фазу активного роста.

По истечении 50 дней в условиях аэропоники сформировались растения с хорошо развитой вегетативной массой (рисунок 1). Заметной разницы между растениями, вегетирующими на различных питательных растворах не наблюдалось.



Рисунок 1 – Общий вид растений в аэропонных модулях в фазу активного роста.

После формирования хорошо развитой вегетативной массы начался процесс клубнеобразования.

Результаты наблюдений за процессом клубнеобразования в условиях аэропоники у растений сорта Скарб на питательных растворах, приготовленных на основе модифицированной среды М-С, представлены в таблице (таблица 3).

Таблица 3 – Этапы развития растений сорта Скарб в фазу клубнеобразования в условиях аэропоники на различных питательных растворах

Вариант	Образование столонов, сутки	Образование клубней, сутки	Отмирание растений, сутки
1. Среда М-С модифицированная*	28	46	97
2. Среда М-С модифицированная**	32	47	112

После восьмидесятого дня вегетации у растений обоих вариантов началось отмирание вегетативной массы и закончилось у растений первого варианта на 97-й день, у растений второго варианта на 112-й день. Продуктивность растений обоих вариантов представлена в таблице 4 и рисунках 2 и 3.

Таблица 4 – Продуктивность растений сорта Скарб в условиях аэропоники на питательных растворах, приготовленных на основе модифицированной среды Мурасиге-Скуга

Вариант	Количество высаженных растений, шт./м ²	Общий выход клубней, шт./м ²	Количество клубней на растение, шт.	Средняя масса клубней, г
1.Среда М-С модифицированная*	100	420	4,2	1,4
2.Среда М-С модифицированная**	100	730	7,3	1,3



Рисунок 2 – Фаза клубнеобразования, сорт Скарб



Рисунок 3 – Урожай мини-клубней, полученный в условиях аэропоники

Общий выход клубней в расчете на 1м² полезной площади с применением среды Мурасиге-Скуга модифицированной* составил 420 клубней, а с применением Мурасиге-Скуга модифицированной** с добавлением K₂ SO₄ составил 730 клубней.

На основе проведенных учетов и анализа структуры урожая клубней выявлено, что количественный выход мини-клубней оптимального размера от 10мм до 30мм в диаметре составил на среде М-С модифицированной* 74,8%.

На среде М-С модифицированная** с добавлением K_2SO_4 количественный выход мини-клубней оптимального размера составил 81,3%. Количество клубней более крупной фракции 30-60мм в диаметре от общего количества составило 1,9%. Фракция очень мелких клубней (<10мм) в структуре урожая обоих вариантов составила 25,1% и 16,8% (таблица 5, рисунок 3)

Таблица 5 – Сравнительный анализ продуктивности и качества мини-клубней сорта Скарб, полученных в условиях аэропоники в зависимости от состава питательной среды.

Вариант	Кол-во клубней на растение, шт.	Структура урожая, %					
		30-60 мм	25-30 мм	20-25 мм	15-20 мм	10-15 мм	<10 мм
1.Среда М-С модифицированная*	4,2	-	1,9	20,1	16,8	36,0	25,1
2.Среда М-С модифицированная**	7,3	1,9	-	16,8	16,8	47,7	16,8
НСР ₀₅	1,2						

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлен один из основных параметров, определяющих активность продукционного процесса растений в режиме аэропоники – концентрационные характеристики и состав питательного раствора в онтогенезе растений.

Питательный раствор на основе различных модификаций среды Мурасиге-Скуга по составу макро- и микросолей может использоваться для получения мини-клубней в условиях аэропоники.

В данном эксперименте питательная среда Мурасиге-Скуга с уменьшенной концентрацией элементов в составе макро- и микросолей и добавлением в состав макросолей K_2SO_4 обеспечила лучшую продуктивность растений и позволила получить в условиях аэропоники с одного растения 7,3 клубня.

Литература

1. Технология производства исходного семенного материала картофеля : науч. тр. / НАН Беларуси, Институт картофелеводства.: А. И. Адамова [и др.] - Минск, 2002. - С. 187-225.

2. Реуцкий, В.Г., Жизнеспособность пробирочных микроклонов картофеля и перспективы повышения их качества / В. Г. Реуцкий, С. А. Банадысев, П. А. Родионов, Г. И. Коновалова // материалы Междунар. науч. – практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси Н.А. Дорожкина. – Минск, 2005. – С. 28-32.

3. Семенова З.А. Использование ионитных субстратов Биона в первичном семеноводстве картофеля / З.А. Семенова, В.В. Матусевич // Сельскохозяйственная биотехнология: материалы международной науч.– практ. конф. – Горки, 1998. – С. 155–157.

SPECIAL TRAITS OF AEROPONICS POTATO MINI TUBER PRODUCTION WITH THE USE OF NUTRIENT SOLIDS ON THE BASIS OF MURASHIGE & SKOOG MEDIA.

SEMENOVA Z.A., KHADYKO O.N., PODOBED N.I.

SUMMARY

The topics of optimization of aeroponics potato plants growing concerning control of cornesponding to plant requirement nutrient solid are discussed in the article. Different variants of MS media with modified basal salt macronutrient can be used for aeroponics potato mini tuber production.

Key words: potato mini tubers, aeroponics, nutrient solid, Murashige&Skoog media

Поступила в редакцию 08.04.2013 г.