ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

УДК 635.21:635.24:631.589.2 **DOI 10.26897/1728-7936-2018-4-7-14**

ХУТИНАЕВ ОЛЕГ СОСЛАНБЕКОВИЧ, *канд. с.-х. наук*[1]
E-mail: agronir1@mail.ru

СТАРОВОЙТОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ, *докт. техн. наук*[1]
E-mail: agronir1@mail.ru

СТАРОВОЙТОВА ОКСАНА АНАТОЛЬЕВНА, *канд. с.-х. наук*[1]
E-mail: agronir2@mail.ru

МАНОХИНА АЛЕКСАНДРА АНАТОЛЬЕВНА, *докт. с.-х. наук*[2]
E-mail: alexman80@list.ru

ШАБАНОВ НИЗАМ ЭМИРСУЛТАНОВИЧ, *канд. с.-х. наук*[1]
E-mail: agronir1@mail.ru

КОЛЕСОВА ОКСАНА СЕРГЕЕВНА[1]
E-mail: agronir1@mail.ru

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха; 140051, ул. Лорха, 23, литер В, п. Красково, Люберецкий район, Московская область, Российская Федерация

[2] Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

ВЫРАЩИВАНИЕ МИНИКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ И ТОПИНАМБУРА В УСЛОВИЯХ ВОДНО-ВОЗДУШНОЙ КУЛЬТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Рассмотрен способ выращивания миниклубней картофеля и топинамбура в водно-воздушной среде в условиях искусственного освещения. При выращивании миниклубней использовались аэрогидропонные модули, дифференцированный режим питания и различный качественный состав питательной среды, в зависимости от стадии роста и развития растений. В результате исследований выявлены особенности роста и развития растений и клубнеобразования, проведен анализ структуры урожая миниклубней, полученных в водно-воздушной культуре в условиях искусственного освещения. Среднее количество стандартных миниклубней в расчете на 1 растение составило 15,3 шт. по сорту Жуковский ранний, 17 шт. по сорту Ред Скарлетт, 8,7 шт. по сорту Инноватор и 11 шт. по сорту Наташа. Среднее количество миниклубней по сорту топинамбура Скороспелка в расчете на 1 растение составило 17,3 шт. В результате исследования установлено, что использование аэрогидропонных устройств с комбинированной системой питания при выращивании оригинальных семян в условиях искусственного освещения позволяет увеличить количественный выход миниклубней в расчете на одно растение и снизить стоимость единицы продукции в сравнении с традиционными способами производства миниклубней в горшечной культуре в тепличных условиях. На производство одного миниклубня картофеля и топинамбура было затрачено соответственно 1,35 и 1,38 кВт электроэнергии. Экспериментально подтверждена целесообразность использования данного метода, позволяющего регулировать процесс клубнеобразования и создавать наиболее благоприятные условия для выращивания миниклубней.

Ключевые слова: картофель, топинамбур, миниклубни, водно-воздушная культура, аэрогидропоника.

Введение. Одной из приоритетных задач является углубление исследований по методологии управления продукционным процессом формирования урожая и качества продукции [1, 2]. Кругло-

годичное выращивание миниклубней картофеля, осуществляемое в основном в теплицах зимнего типа, связано с высокими производственными затратами, что существенно ограничивает возможности широкого использования этого способа в процессе оригинального семеноводства картофеля.

В оригинальном семеноводстве широко используются технологии клонального размножения *in vitro* микрорастений с дальнейшим производством миниклубней в условиях контролируемой среды [3-5]. Новые способы клонального микроразмножения меристемного материала существенно усовершенствовали способы получения пробирочных микроклубней и позволили успешно использовать их для выращивания миниклубней в условиях вегетационных сооружений различных типов и конструкций [6].

Массовое производство микроклубней в пробирочной культуре позволяет существенно минимизировать затраты в условиях с регулируемой средой, но, как правило, получаемые *in vitro* клубни, в основном очень мелкие (0,2…0,7 г или 3…8 мм в диаметре) [7].

Современные производители оригинальных семян картофеля проявляют заинтересованность в использовании высокоэффективных способов производства, основанных на применении аэрогидропонных технологий. Данные технологии позволяют увеличить продолжительность клубнеобразования и успешно выращивать микроклубни размером от 10 г и выше [8, 9]. Значительная экономия достигается также за счет оптимизации светового режима при выращивании микроклубней в условиях искусственного освещения [9-12].

Наиболее эффективным способом выращивания на сегодняшний день, в отношении понесенных затрат на весь технологический процесс, оказался способ выращивания в условиях естественного освещения на аэрогидропонных культивационных установках, оборудованных комбинированной аэрогидропонной системой питания. При данном способе было получено свыше 57 миниклубней картофеля размером более 10 мм (в подсчетах не учитывались клубни размером менее 10 мм) с наименьшими прямыми затратами электроэнергии [13].

Минимизация затрат в процессе выращивания миниклубней остается актуальной задачей изучения и разработки новых эффективных способов получения оригинального семенного материала.

Цель исследований – определение эффективности выращивания миниклубней картофеля и топинамбура в условиях искусственного освещения с использованием аэрогидропонных установок с комбинированной системой питания.

Материал и методы. В качестве опытных образцов были использованы следующие сорта картофеля: Жуковский ранний, среднеранний сорт Инноватор, среднеспелые сорта Ред Скарлетт и Наташа. По культуре топинамбура – сорт Скороспелка.

Выращивание миниклубней осуществлялось на аэрогидропонных устройствах, оборудованных комбинированной аэрогидропонной системой питания. Для выращивания миниклубней картофеля использовался аэрогидропонный модуль с четырьмя секциями по 30 посадочных мест, размещенных по схеме 90 × 200 мм, общей площадью 2,88 м^2. Установка оснащалась тремя лампами ДНАТ-400 обеспечивающими освещенность в пределах 12…14 тыс. люкс на 1 м^2, и водяным насосом мощностью 600 Вт.

Для выращивания миниклубней топинамбура применялась аэрогидропонная установка с 20 посадочными ячейками, размещенными по схеме 180 × 200 мм с общей площадью 0,72 м^2, оснащенная одной лампой ДНАТ-250 и одним насосом мощностью 350 Вт (рис. 1, 2).

Процесс выращивания начинался с высадки пробирочных растений непосредственно на аэрогидропонное устройство без предварительного подращивания микрорастений. Перед высадкой растения аккуратно и тщательно очищались от остатков агаризованной среды для предотвращения попадания остатков агар-агара в систему активного питания.

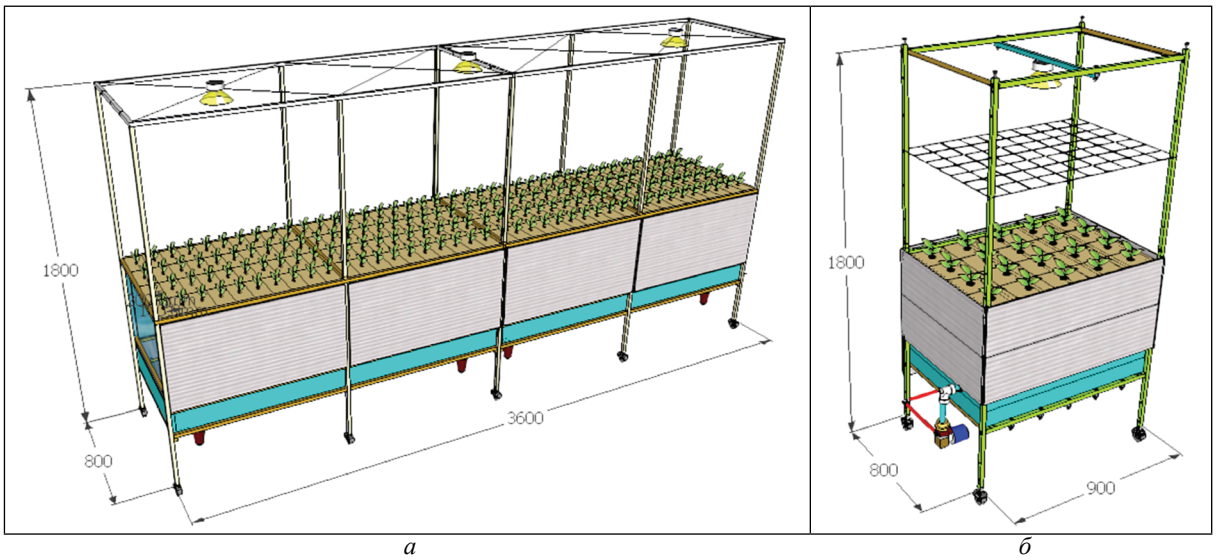
В целях оптимизации питания на каждой стадии развития растений использовались разные по качественному составу питательные смеси.

На начальной стадии развития (в первые 30 дней) картофель обрабатывали питательным раствором со следующим содержанием макросолей в растворе в (мг/л): N(228), P(48), K(296), Ca(150), Mg(21), pH(5,5…6,5), EC(0,9); на второй фазе развития клубней картофеля (в течение 10 дней) – N(142), P(48), K(296), Ca(93), Mg(21), pH(5,5…6,5), EC(0,7); на третьей фазе, включая вегетацию, в основе питательной среды применялись N(160), P(48), K(331), Ca(93), Mg(34), pH(5,5…6,5), EC(1,1).

Растения топинамбура выращивались на питательном растворе со следующим содержанием макросолей в растворе (мг/л): N(112), P(48), K(236), Ca(115), Mg(50), pH(5,5…6,5), EC(0,9), pH(5,5…6,5), EC(1,1). Содержание микросолей в растворе в (мг/л) представлено по формуле Чеснокова-Базыриной Fe-ЭДТА(4,42), B(0,51), Mn(0,47), Zn(0,06), Cu(0,05), Mo(0,14), Co(0,006), I(0,63). Подачу питательного раствора регулировали с помощью таймеров, настроенных на соответствующие режимы.

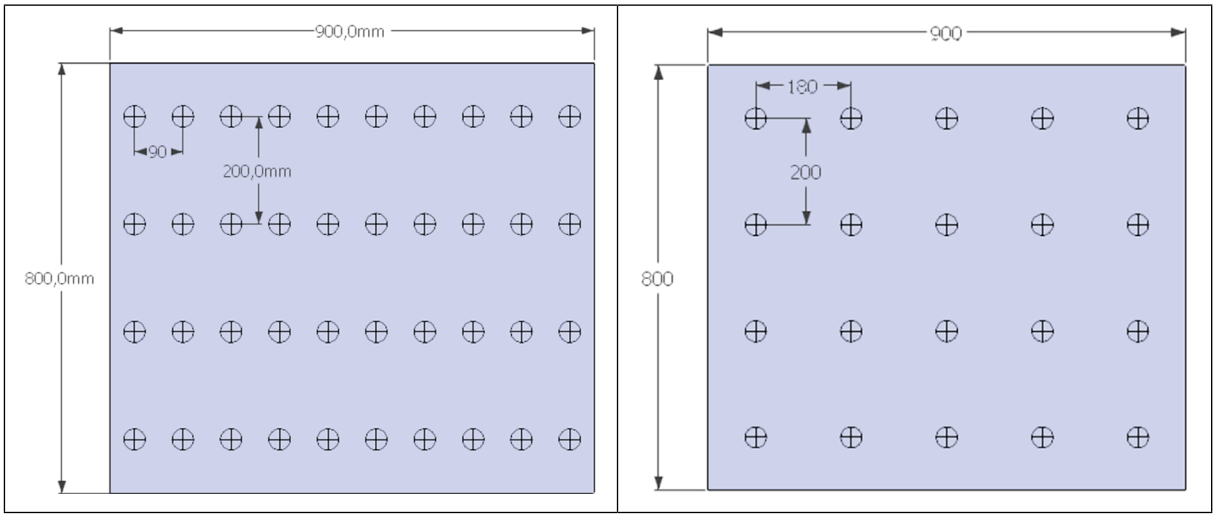
При выращивании клубней картофеля режим подачи питательного раствора по периодам вегетации осуществлялся по схеме: первые 30 дней – 1 мин. работы и 9 мин. перерыва; далее в течение 30 дней – 1 мин. работы и 19 мин. перерыва и следующие 30 дней вегетации – 1 мин. работы и 29 мин. перерыва.

На топинамбуре режим подачи питательного раствора соответствовал схеме: первые 30 дней – 1 мин. работы и 9 мин. перерыва; следующие 30 дней – 1 мин. работы и 19 мин. перерыва; дальнейшие 30 дней вегетации – 1 мин. работы и 29 мин. перерыва и в течение 90 дней – 1 мин. работы и 59 мин. перерыва.



а *б*

Рис. 1. Опытные образцы аэрогидропонных модулей для выращивания миниклубней картофеля и топинамбура: а – четырехсекционный аэрогидропонный модуль на 120 растений; б – аэрогидропонный модуль на 20 растений



а *б*

Рис. 2. Схема размещения растений: а – для картофеля (90 × 200 мм); б – для топинамбура (180 × 200 мм)

Измерения pH и EC питательного раствора проводились 2 раза в неделю; pH раствора поддерживался на уровне 5,5…6,5; EC раствора – на уровне от 0,9 до 1,3 ppm. Замена раствора проводилась со сменой фенологической фазы. Для питания растений применялись различные по химическому составу питательные растворы. В период вегетации осуществлялось лабораторное тестирование листовых проб растений на вирусную инфекцию методом ИФА. Съём клубней производился по достижении ими размеров 20…28 мм в диаметре через каждые 7 дней. После сбора клубни обрабатывались 0,1% раствором гипохлорита натрия с последующим ополаскиванием в воде в профилактических целях. Собранные миниклубни просушивались при высокой относительной влажности воздуха в течение 3 дней, после чего клубни озеленялись при комнатной температуре в течение 3-5 суток. Дальнейшие операции подготовки клубней к длительному хранению проводились по традиционной технологии хранения.

Результаты исследований. Проведенный эксперимент показал, что при выращивании в течение 90 дней вегетации миниклубней картофеля на аэрогидропонных установках в условиях искусственного освещения, можно получить с одного растения

от 8,7 до 17,0 шт. миниклубней значимых размеров (рис. 3, 4).

Структура урожая полученных миниклубней представлена в таблице. Среднее количество стандартных миниклубней в расчете на 1 растение составило 15,3 шт. по сорту Жуковский ранний, 17,0 шт. по сорту Ред Скарлетт, 8,7 шт. по сорту Инноватор и 11,0 шт. по сорту Наташа. Среднее количество миниклубней по сорту топинамбура Скороспелка в расчете на 1 растение составило 17,3 шт. Наибольшее количество клубней показал сорт Ред Скарлетт, но клубни его были, в основном, мелкой фракции 7…29 мм по поперечному диаметру. Сорт Инноватор дал клубни крупнее, но их количество составило всего 8,7 шт./куст. На среднеспелом сорте Наташа клубни оказались мелкими и небольшого количества.

а *б*

Рис. 3. Общий вид аэрогидропонных установок, ВНИИКХ, 2016:
а – четырехсекционный аэрогидропонный модуль с растениями картофеля;
б – модуль с топинамбуром

Сорт Жуковский ранний	*Сорт Ред Скарлетт*	*Сорт Инноватор*	*Сорт Наташа*

Рис. 4. Процесс клубнеобразования и урожай миниклубней картофеля, полученный на аэрогидропонной установке в 2016 (ВНИИКХ)

Насос мощностью 600 Вт за 120 дней периода вегетации работал 156 часов и потребил 93,6 кВт электроэнергии. Режим освещения проходил по схеме: 30 дней по 14 часов, следующие 30 дней по 12 часов, последующие 60 дней по 10 часов. За 120 дней на освещение тремя лампами суммарной мощностью 1200 Вт затрачено 1296 кВт электроэнергии. За 120 дней вегетации на освещение было израсходовано 2016 кВт за 1680 часов работы. Суммарное потребление электроэнергии составило 2109 кВт. Таким образом, на производство 1 миниклубня было затрачено 1,35 кВт электроэнергии (общее количество миниклубней картофеля составило 1561 шт.).

Средний выход миниклубней и структура урожая клубней картофеля, полученных на аэрогидропонных установках в условиях искусственного освещения

Сорт	Выход миниклубней, шт./1 куст	Структура урожая по фракциям, %			
		45…70 мм	30…44 мм	15…29 мм	7…4 мм
1. Жуковский ранний	15,3	0,2	4,8	71,0	24,0
2. Ред Скарлетт	17,0	1,0	10,0	60,0	29,0
3. Инноватор	8,7	4,0	29,0	46,0	21,0
4. Наташа	11,0	0,0	1,8	77,0	21,2
Среднее	13,0	-	-	-	-
$НСР_{05}$	3,31	-	-	-	-

Выращивание миниклубней топинамбура длилось в течение 150 дней, их урожайность в среднем составила 17,3 миниклубней с одного растения. Общее количество клубней, полученных с 20 растений по сорту Скороспелка, высаженных на площади 0,72 м^2, составило 347 шт. Миниклубни получили размером до 55 мм в длину и до 17 мм в поперечном сечении (рис. 5). От общего количества миниклубни размером до 55 мм составили 15%, до 45 мм – 37%, до 35 мм – 28% и до 25 мм – 20%.

а *б*

Рис. 5. Процесс клубнеобразования и урожай миниклубней топинамбура, полученный на аэрогидропонной установке в ВНИИКХ в 2016: а – процесс клубнеобразования; б – урожай клубней

За 150 дней насос мощностью 350 Вт потребил 58,8 кВт электроэнергии. Режим освещения осуществлялся по схеме: 30 дней по 14 часов, следующие 30 дней по 12 часов, последующие 90 дней – по 10 часов. За 150 дней лампа мощностью 250 Вт потребила 420 кВт электроэнергии. Суммарное потребление электроэнергии составило 478,8 кВт. При общем объеме полученных миниклубней топинамбура в количестве 347 шт. на производство 1 миниклубня было затрачено 1,38 кВт электроэнергии.

Выводы

Использование аэрогидропонных устройств с комбинированной системой питания при выращивании оригинальных семян в условиях искусственного освещения позволяет увеличить количественный выход миниклубней в расчете на одно растение и снизить стоимость единицы продукции в сравнении с традиционными способами производства миниклубней в горшечной культуре в тепличных условиях.

Дальнейшее изучение вопросов о подборе оптимальной питательной среды, зависящей от фенологических фаз роста и развития растений, оптимизации условий его освещенности, представляется актуальным и перспективным направлением для будущих исследований с целью возможности регулирования процесса клубнеобразования и создания наиболее благоприятных условий для выращивания миниклубней.

Библиографический список

1. Старовойтов В.И. Обоснование процессов и средств механизации производства картофеля в системе «Поле-Потребитель»: Автореф. … докт. техн. наук. М., 1995. 37 с.

2. Старовойтов В.И., Павлова О.А. Основные направления развития современного картофелеводства // Ваш сельский консультант. 2007. № 3. С. 12-13.

3. Малько А.М., Николаев Ю.Н., Макарова В.С., Кудрявцева В.Ю., Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Юрлова С.М., Усков А.И., Овэс Е.В., Зейрук В.Н., Чугунов В.С., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Хутинаев О.С. Технологический процесс производства оригинального, элитного и репродукционного семенного картофеля: Методические рекомендации. М.: ФГБУ «Россельхозцентр», ГНУ ВНИИКХ Россельхозакадемии, 2011. 32 с.

4. Анисимов Б.В., Смолеговец Д.В., Смолеговец В.М., Гурьев А.В. Инновации в системе клонального микроразмножения картофеля // Картофель и овощи. 2008. № 4. С. 26-27.

5. Басиев С.С., Джиоева Ц.Г., Дзгоев О.К., Шабанов Н.Э., Хутинаев О.С. Оптимизация почвосмесей при выращивании миниклубней из меристемных растений // Картофелеводство: История развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: Сб. науч. трудов Международной научн.-практ. конф., посвященной 85-летию ВНИИКХ. М.: ВНИИКХ имени А.Г. Лорха, 2015. С. 153-160.

6. Овэс Е.В., Колесова О.С., Фенина Н.А. Выращивание *in vitro* микроклубней с применением контейнерной технологии // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития: Материалы VI межрегиональной научно-практической конференции. Чебоксары, 2014. С. 111-115.

7. Хутинаев О.С., Юрлова С.М., Мальцев С.В., Анисимов Б.В. Особенности гидропонного выращивания мини- и микроклубней на установках КД-10 и «Минивит» // Картофелеводство: Сб. научн. трудов к 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. М.: ВНИИКХ имени А.Г. Лорха, 2012. С. 125-131.

8. Хутинаев О.С., Анисимов Б.В., Юрлова С.М. Гидропонное выращивание мини- и микроклубней с применением различного спектра освещения // Материалы V научн.-практ. конф. «Состояние и перспективы инновационного развития современной индустрии картофеля». Чебоксары. 2013. С. 92-96.

9. Хутинаев О.С., Юрлова С.М., Анисимов Б.В. Влияние режимов освещения на продуктивность и энергозатраты при выращивании мини-клубней в гидропонной культуре // Современная индустрия картофеля: Материалы VI межрегиональной научн.-практ. конф. Чебоксары. 2014. С. 116-118.

10. Мартиросян Ю.Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – преимущества и перспективы // Картофелеводство: Материалы научн.-практ. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве». М.: ВНИИКХ имени А.Г. Лорха, 2014. С. 175-179.

11. Хутинаев О.С., Анисимов Б.В., Юрлова С.М., Мелешин А.А. Мини-клубни методом аэрогидропоники // Картофель и овощи. 2016. № 11. С. 12-14.

12. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Хутинаев О.С., Бирюкова В.А., Шмыгля И.В., Манохина А.А., Баранов В.В. Методические рекомендации к типовой технологии крупномасштабного производства оригинальных семян топинамбура. М.: ВНИИКХ имени А.Г. Лорха, 2016. 29 с.

13. Хутинаев О.С., Старовойтов В.И., Шабанов Н.Э. Аэрогидропонный способ выращивания миниклубней картофеля и топинамбура в условиях искусственного освещения // Картофелеводство: Материалы Международной научно-практической конференции. М.: ВНИИКХ имени А.Г. Лорха, 2017. С. 259-268.

Статья поступила 14.02.2018

GROWING MINITUBERS OF POTATO AND JERUSALEM ARTICHOKE IN A WATER-AIR ENVIRONMENTUNDER ARTIFICIAL LIGHTING

OLEG A. KHUTINAYEV, *PhD (Ag)*[1]
VIKTOR I. STAROVOITOV, *DSc (Eng)*[1]
E-mail: agronir1@mail.ru

OKSANA A. STAROVOITOVA, *PhD (Ag)*[1]
E-mail: agronir2@mail.ru

ALEKSANDRA A. MANOKHINA, *PhD (Ag)*[2]
E-mail: alexman80@list.ru

NIZAM T. SHABANOV, *PhD (Ag)*[1]
OKSANA S. KOLESOVA [1]
E-mail: agronir1@mail.ru

[1] Lorch Potato Research Institute; Lorkh Str., 23, liter V, Kraskovo, Lyubertsy district, Moscow region, 140051, Russian Federation

[2] Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The paper considers a method of growing potato and Jerusalem artichoke minitubers in a water-air environment under artificial lighting. When growing minitubers, use was made of aerohydroponics modules, variable mode of power supply and various nutrients depending on the growth and development stage of plants. The studies have revealed the characteristics of growth, plant development and tuber formation, the analysis of the harvest structure of minitubers obtained in the water-air environmentunder artificial lighting. The average number of standard minitubers per one plant was 15.3 pcs. for the early Zhukovsky variety, 17 pcs. for the Red Scarlett variety, 8.7 pcs. for the Innovator variety and 11 pcs. for the Natasha variety. The average number of minitubers for the Skorospelka artichoke variety per one plant amounted to 17.3 pcs. In the result, the authors have founded that the use of aerohydroplane devices with a combined power supply system in the cultivation of original seeds under artificial lighting allows to reach the following goals: to increase quantitative yield of minitubers per a plant; to reduce the cost of a unit of production as compared with traditional methods of the production of minitubers in a pot-plantgreenhouse environment. The production of one mintuber of potato and Jerusalem artichoke has taken 1.35 and 1.38 kW of electricity, respectively. The authors have experimentally confirmed the feasibility of using this method, which allows to regulate the process of tuber formation and make the most favorable conditions for the cultivation of minitubers.

Key words: potato, Jerusalem artichoke, minitubers, water-air environment, aerohydroponics.

References

1. Starovoytov V.I. Obosnovaniye protsessov i sredstv mekhanizatsii proizvodstva kartofelya v sisteme “Pole-Potrebitel”: Avtoref. … dokt. tekhn. nauk [Grounds for choosing a set of processes and mechanization means of potato production in the “Field-consumer” system: Self-review of DSc (Eng) thesis]. Moscow, 1995. 37 p. (in Rus.)

2. Starovoytov V.I., Pavlova O.A. Osnovnyye napravleniya razvitiya sovremennogo kartofelevodstva [Main directions of the development of modern potato growing]. *Vash sel'skiy konsul'tant*. 2007. No. 3. Pp. 12-13. (in Rus.)

3. Mal’ko A.M., Nikolayev Yu.N., Makarova V.S., Kudryavtseva V. Yu., Simakov Ye.A., Anisimov B.V., Yurlova S.M., Uskov A.I., Oves Ye.V., Zeyruk V.N., Chugunov V.S., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Khutinayev O.S. Tekhnologicheskiy protsess proizvodstva original’nogo, elitnogo i reproduktsionnogo semennogo kartofelya: Metodicheskiye rekomendatsii [Technological process of the production of original, elite and reproductive seed potato varieties: Methodical recommendations]. Moscow, FGBU “Rossel’khoztsentr”, GNU VNIIKKH Rossel’khozakademii, 2011. 32 p. (in Rus.)

4. Anisimov B.V., Smolegovets D.V., Smolegovets V.M., Gur’yev A.V. Innovatsii v sisteme klonal’nogo mikrorazmnozheniya kartofelya [Innovations in the system of clonal micropropagation of potato]. *Kartofel' i ovoshchi*. 2008. No. 4. Pp. 26-27. (in Rus.)

5. Basiyev S.S., Dzhioyeva Ts.G., Dzgoyev O.K., Shabanov N.E., Khutinayev O.S. Optimizatsiya pochvosmesey pri vyrashchivanii miniklubney iz meristemnykh rasteniy [Optimization of soil mixes in the cultivation of minitubers from meristem plants]. *Kartofelevodstvo: Istoriya razvitiya i rezul'taty nauchnykh issledovaniy po kul'ture kartofelya: Sb. nauch. trudov Mezhdunarodnoy nauchn.-prakt. konf., posvyashchennoy 85-letiyu VNIIKKH*. Moscow, VNIIKKH imeni A.G. Lorkha, 2015. Pp. 153-160. (in Rus.)

6. Oves Ye.V., Kolesova O.S., Fenina N.A. Vyrashchivaniye *in vitro* mikroklubney s primeneniyem konteynernoy tekhnologii [*In vitro* growing of microtubers using container technology]. *Sovremennaya industriya kartofelya: sostoyaniye i perspektivy razvitiya: Materialy VI mezhregional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Cheboksary, 2014. Pp. 111-115. (in Rus.)

7. Khutinayev O.S., Yurlova S.M., Mal'tsev S.V., Anisimov B.V. Osobennosti gidroponnogo vyrashchivaniya mini- i mikroklubney na ustanovkakh KD-10 i "Minivit" [Features of hydroponic cultivation of mini- and microtubers in KD-10 and "Minivit" plants]. *Kartofelevodstvo: Sb. nauchn. trudov k 125-letiyu so dnya rozhdeniya N.I. Vavilova*. Moscow, VNIIKKH imeni A.G. Lorkha, 2012. Pp. 125-131. (in Rus.)

8. Khutinayev O.S., Anisimov B.V., Yurlova S.M. Gidroponnoye vyrashchivaniye mini- i mikroklubney s primeneniyem razlichnogo spektra osveshcheniya [Hydroponic cultivation of mini- and microtubers using a variedlighting spectrum]. *Materialy V nauchn.-prakt. konf. "Sostoyaniye i perspektivy innovatsionnogo razvitiya sovremennoy industrii kartofelya"*. Cheboksary. 2013. Pp. 92-96. (in Rus.)

9. Khutinayev O.S., Yurlova S.M., Anisimov B.V. Vliyaniye rezhimov osveshcheniya na produktivnost' i energozatraty pri vyrashchivanii mini-klubney v gidroponnoy kul'ture [Influence of lighting modes on the productivity and energy consumption in hydroponic growing of minitubers]. *Sovremennaya industriya kartofelya: Materialy VI mezhregional'noy nauchn.-prakt. konf.* Cheboksary. 2014. Pp. 116-118. (in Rus.)

10. Martirosyan Yu. Ts. Aeroponnyye tekhnologii v pervichnom semenovodstve kartofelya – preimushchestva i perspektivy [Aeroponic technologies in primary seed potato growing – advantages and prospects]. *Kartofelevodstvo: Materialy nauchn.-prakt. konf. "Metody biotekhnologii v selektsii i semenovodstve"*. M.: VNIIKKH imeni A.G. Lorkha, 2014. Pp. 175-179. (in Rus.)

11. Khutinayev O.S., Anisimov B.V., Yurlova S.M., Meleshin A.A. Mini-klubni metodom aerogidroponiki [Growing minitubers by the aerohydroponic method]. *Kartofel' i ovoshchi*. 2016. No. 11. Pp. 12-14. (in Rus.)

12. Starovoytov V.I., Starovoytova O.A., Khutinayev O.S., Biryukova V.A., Shmyglya I.V., Manokhina A.A., Baranov V.V. Metodicheskiye rekomendatsii k tipovoy tekhnologii krupnomasshtabnogo proizvodstva original'nykh semyan topinambura[Methodical recommendations for typical technology of large-scale production of original Jerusalem artichoke seeds]. Moscow, VNIIKKH imeni A.G. Lorkha, 2016. 29 p. (in Rus.)

13. Khutinayev O.S., Starovoytov V.I., Shabanov N.E. Aerogidroponnyy sposob vyrashchivaniya miniklubney kartofelya i topinambura v usloviyakh iskusstvennogo osveshcheniya [Aerohydroponic method of cultivating potato and Jerusalem artichoke minitubers in artificial lighting conditions]. *Kartofelevodstvo: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Moscow, VNIIKKH imeni A.G. Lorkha, 2017. Pp. 259-268. (in Rus.)

The paper was received on February 14, 2018