

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОБЩЕСТВО ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

***Актуальные проблемы картофелеводства:
фундаментальные и прикладные аспекты***

Материалы всероссийской научно-практической конференции

с международным участием

10–13 апреля 2018 г.

Издание вышло в свет при финансовой поддержке

Российского научного фонда

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

Таким образом, предобработка стероидными гормонами корней обуславливала увеличение ассимиляционного потенциала и урожая мини-клубней у оздоровленных растений картофеля сорта Жуковский ранний в условиях аквакультуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского научного фонда № 16-16-04057.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркаров А.М., Головки Т.К., Табаленкова Г.Н. Морфофизиология клубнеобразующих растений. СПб.: Наука, 2001. 207 с.
2. Ефимова М.В., Карначук Р.А., Якимов Ю.Е., Медведева Ю.В. Влияние жасмоновой кислоты на клубнеобразование оздоровленного *in vitro* картофеля в условиях гидропоники // Материалы VII Окружной конференции молодых ученых. Сургут. 23–24 ноября. 2006. Сургут: Изд-во СурГУ, 2007. Т. 1. С. 76–77.
3. Аксенова Н.П., Константинова Т.Н., Голяновская С.А., Сергеева Л.И., Романов Г.А. Гормональная регуляция клубнеобразования у картофеля // Физиология растений. 2012. Т. 59, № 4. С. 491–508.
4. Kolachevskaya O.O., Sergeeva L.I., Flokova K., Getman I.A., Lomin S.N., Alekseeva V.V., Rukavtsova E.B., Buryanov Y.I., Romanov G.A. Auxin synthesis gene *tms1* driven by tuber-specific promoter alters hormonal status of transgenic potato plants and their responses to exogenous phytohormones // Plant Cell Rep. 2017. Vol. 3, № 3. P. 419–435.
5. Головацкая И.Ф., Карначук Р.А. Роль брассинолида в регуляции роста и гормонального баланса растений *Arabidopsis thaliana* (L.) Неупн на зеленом свету // Вестник Томского государственного ун-та. Биология. 2010. № 1 (9). С. 13–19.
6. Kudryakova N.V., Efimova M.V., Danilova M.N., Zubkova N.K., Khripach V.A., Kusnetsov V.V., Kulaeva O.N. Exogenous brassinosteroids activate the expression of the genes of cytokinin signaling pathway in transgenic *Arabidopsis thaliana* // Plant Growth Regulation. 2013. Vol. 70. P. 61–69.
7. Efimova M.V., Vankova R., Kusnetsov V.V., Litvinovskaya R.P., Zlobin I.E., Dobrev P., Vedenicheva N.P., Savchuk A.L., Karnachuk R.A., Kudryakova N.V., Kuznetsov V.V. Effects of 24-epibrassinolide and green light on plastid gene transcription and cytokinin content of barley leaves // Steroids. 2017. Vol. 120. P. 32–40.
8. Головацкая И.Ф., Никонорова Н.М. Рост и продуктивность растений в зависимости от их чувствительности к свету и способа обработки брассинолидом // Агрехимия. 2008. № 1. С. 46–51.
9. Ефимова М.В., Кузнецов В.В., Кравцов А.К., Карначук Р.А., Хрипач В.А., Кузнецов Вл.В. Брассиностероиды регулируют транскрипцию пластидных генов у растений // Доклады РАН. 2012. Т. 445, № 6. С. 693–697.
10. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. 1962. Vol. 15. P. 473–497.
11. Головацкая И.Ф., Бендер О.Г., Ефимова М.В., Бойко Е.В., Малофий М.К., Мурган О.К., Плюснин И.Н. Роль экзогенных стероидных фитогормонов в регуляции функционирования фотосинтетического аппарата растений // Актуальные проблемы картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Томск, 10–13 апреля 2018 года). Томск, 2018. С. 103–107.
12. Мокроносов А.Т. Клубнеобразование и донорно-акцепторные связи у картофеля // Регуляция роста и развития у картофеля / Под ред. М.Х. Чайлахяна, А.Т. Мокроносова. М.: Наука, 1990. С. 6–12.

УДК 581.1

СЕЛЕКТИВНЫЙ СВЕТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ *IN VITRO* И ГИДРОПОННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Карначук Р.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
пр. Ленина, 36, Томск, Россия
E-mail: dorofeev.v2012@yandex.ru

Ключевые слова: селективный свет, оздоровленный картофель, гидропоника, безвирусные миклубни.

Картофель, являясь важной продовольственной культурой. Одна из причин низкого урожая этой культуры – плохое качество семенного материала. Причём потери урожая происходят как при выращивании в поле, так и при хранении. Защита семенного картофеля от вирусных и других болезней, а также сохранение репродуктивных свойств сортов обеспечиваются системой безвирусного семеноводства картофеля методом апикальных меристем *in vitro*. Данная технология позволяет круглогодично получать оздоровленный семенной картофель в виде миниклубней. Миниклубни служат исходным посадочным материалом для получения супер-суперэлитного семенного картофеля в открытом грунте, что обеспечивает повышение средней урожайности продовольственного картофеля с 11-15 т/га до 30-45 т/га.

Работа в условиях гидропоники обеспечивает следующие преимущества:

- первичное получение миниклубней в изоляции от различного типа инфекций;
- выход продукции в течение года с возможностью производить несколько вегетаций;
- унификация и упрощение в обслуживании и работе гидропонной установки при наличии электронного блока управления;
- возможность подбора оптимальных параметров (температура, свет) режима выращивания растений.

Внедрение безвирусного материала позволяет повысить качество семенного картофеля и провести оздоровление его фонда, что может обеспечить повышение средней урожайности продовольственного картофеля. Отсутствие зараженности оздоровленных миниклубней подтверждают результаты ПЦР-тестирования образцов на всех этапах выращивания.

Оптимизация технологии выращивания оздоровленных растений в имеющихся у нас гидропонных установках, в том числе «Картофельное дерево» (КД-10), учитывает подбор светового и температурного режимов, концентраций регуляторов роста для индукции столоно- и клубнеобразования, что ускоряет размножение семенного материала сортов картофеля. Использование этой технологии дает возможность сократить до 50 % площадей, занятых картофелем, освободив их под другие сельскохозяйственные культуры. Инновационная разработка также позволяет сократить на 1 год получение безвирусных миниклубней картофеля репродукции элита.

Нами впервые показана возможность оптимизации условий гидропонного культивирования оздоровленных растений картофеля районированных для Сибири нематодоустойчивых сортов. Использование технологии получения оздоровленного семенного материала картофеля (миниклубни), оптимизированная технологией светорегуляции продукционного процесса растений *in vitro* и *in vivo* (гидропоника) позволит круглогодично получать качественный семенной материал картофеля.

Ранее нами показано, что свет разного спектрального состава регулирует рост, продуктивность растений картофеля *in vivo* и *in vitro* [1, 2]. Полученные результаты дают основание для исследований по разработке оптимального режима освещения, используя досветку селективным светом при гидропонном культивировании растений картофеля перспективных для Сибири сортов с целью сокращения сроков вегетации, ускорения столоно- и клубнеобразования. Данная разработка находится в режиме охраны коммерческой тайны (ноу-хау) [3].

Использовали растения картофеля сорта Фреско (оригинатор: Agrico В.А., селекции ГНУ Камчатского НИИСХ), который является перспективным для возделывания в Западно-Сибирском регионе. Исходный безвирусный сертифицированный растительный материал (микрклоны) приобретен в ГНУ ВНИИКХ им. А.Г. Лорха РАСХН (г. Москва). Ценностью сорта является получение ранней продукции, нематодоустойчивость, пригодность для переработки на картофелепродукты. Максимальная урожайность в госиспытании до-

стигает 45 т/га при массе товарного клубня 100 – 130 г, товарность – 99 %, лежкость при зимнем хранении – 93 %, содержание крахмала до 17 % [4].

Проведено исследование регуляторной роли досветки селективным (синим) светом на рост растений картофеля нематодоустойчивого сорта Фреско при культивировании в условиях гидропоники с целью ускорения их вегетативного роста, столоно- и клубнеобразования.

Оздоровленные методом апикальных меристем растения-регенеранты картофеля сорта Фреско *in vitro* были микроклонально размножены и выращены в течение 25 суток в условиях освещения люминесцентными лампами белого света (56 Вт). Получено несколько сотен оздоровленных безвирусных микроклонов картофеля сорта Фреско в количестве достаточном для посадки и культивирования на установке КД-10. После адаптации растения картофеля *in vivo* были перенесены в условия биотехнологического гидропонного модуля «Картофельное дерево» (КД-10) с освещением лампами Дна-Т (400 Вт) и с досветкой люминесцентными лампами (36 Вт) синего и белого (контроль) света равной интенсивности. Выращивание растений в условиях досветки синего света выбрано исходя из полученных нами ранее результатов культивирования растений картофеля других сортов *in vitro* и *in vivo* [5 - 13]. Проведена успешная адаптация оздоровленных микроклонов растений картофеля сорта Фреско в условиях *in vivo*, культивированы оздоровленные растения картофеля сорта Фреско в условиях биотехнологического гидропонного модуля «Картофельное дерево» (КД-10) с дополнительным освещением селективным (синим) светом и получены безвирусные миниклубни.

Изучение продукционного процесса *Solanum tuberosum* L. в присутствии синего света показало, что дополнительная досветка увеличивала активность ростовых процессов растений картофеля, что в результате позволило сократить сроки вегетации, ускорить столонообразование и повысить урожайность безвирусных миниклубней растений картофеля сорта Фреско на гидропонной установке КД-10. Проанализированы ростовые характеристики и содержание фотосинтетических пигментов (хлорофилл *a* и *b*, каротиноиды) в листьях верхних ярусов микроклонов картофеля нематодоустойчивых сортов Крепыш и Red Scarlet *in vitro* через 28 суток культивирования на свету разного спектрального состава. Растения культивировали на белом свету люминесцентных ламп при досветке красным (λ_{\max} 620-680 нм) и синим (λ_{\max} 430-480) светом одной и той же интенсивности. Показано, что сухая масса микроклонов растений картофеля сортов Крепыш и Red Scarlet, экспонированных в режиме досветки на синем свету, достоверно превышала этот показатель в вариантах на красном свету. Досветка синим светом сокращала длину междоузлий и, как следствие, длину растений картофеля сорта Крепыш *in vitro*, в то время как на красном свету побеги удлинялись. Синий свет также способствовал большему накоплению хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов, по сравнению с вариантами на красном свету и контролем на белом свету. Показана эффективность применения досветки красным светом растений картофеля фитофтороустойчивого сорта Луговской *in vitro*, при действии которого наблюдали наибольший прирост сухой массы побега, увеличение площади листовой поверхности, объема корневой системы и содержания фотосинтетических пигментов.

Таким образом, специфическое действие света разного спектрального состава на морфогенез растений картофеля необходимо учитывать для оптимизации режима их культивирования. Результаты проведенных исследований могут быть применимы в оптимизации режима культивирования микроклонов картофеля *in vitro*, а также в условиях гидропонного культивирования с целью успешной адаптации растений *in vivo*, сокращения вегетационного периода и усиления продукционного процесса для получения максимального выхода оздоровленных миниклубней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карначук Р.А., Головацкая И.Ф. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава // Физиология растений. 1998. Т. 45, вып. 6. С. 925–934.
2. Карначук Р.А., Тищенко С.Ю., Головацкая И.Ф. Эндогенные гормоны и регуляция морфогенеза *Arabidopsis thaliana* синим светом // Физиология растений. 2001. Т. 48, № 2. С. 262–267.
3. Карначук Р.А., Дорофеев В.Ю., Гвоздева Е.С., Самусев В.Ф. Способ досветки селективным светом растений картофеля для увеличения выхода оздоровленных миниклубней на гидропонной установке. Коммерческая тайна ТГУ, ноу-хау. Приказ ректора ТГУ № 704 от 16.12.2008. Приказ о коммерческой тайне на сведения о секретах производства, охраняемых в режиме Ноу-хау – 06 Правообладатель ООО «БиоГен-Т» (по лицензионному договору о передаче «ноу-хау» № 75 от 11 января 2010 г.).
4. Анисимов Б. В. Сорта картофеля, возделываемые в России: 2013. М.: Агроспас, 2013. 144 с.
5. Карначук Р.А., Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В. Фоторегуляция роста и продуктивности растений картофеля при размножении *in vitro* // Физиология растений – фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий: материалы Международной конференции, VII Съезда общества физиологов растений России, 4–10 июля 2011. Нижний Новгород, 2011. С. 313–314.
6. Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Карначук Р.А. Оптимизация светового режима при культивировании оздоровленных растений картофеля *in vitro* с целью повышения продукционного процесса // Материалы VI Московского международного конгресса, часть 1 (Москва, 21–25 марта, 2011 г.). М.: ЗАО «Экспобиохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011а. С. 238–239.
7. Дорофеев В.Ю., Гвоздева Е.С., Медведева Ю.В., Карначук Р.А. Биотехнология получения безвирусного картофеля для семеноводства // Образование. Наука. Инновации: материалы региональной научно-практической конференции (24 марта 2011 года), Томский сельскохозяйственный техникум. Томск, 2011б. С. 311.
8. Фоторегуляция морфогенеза *Solanum tuberosum* L. сорта Луговской в процессе культивирования *in vitro* // Актуальные проблемы современной науки: труды 9-ой Международной телеконференции. 2012. С. 87–88.
9. Дорофеев В.Ю., Головацкая И.Ф., Медведева Ю.В., Карначук Р.А. Биотехнология получения микроклонов оздоровленного картофеля сорта Крепыш на свету разного спектрального состава *in vitro* // Актуальные проблемы биохимии и бионанотехнологий: материалы III Международной научной онлайн конференции (19–22 ноября 2012 года, г. Казань). Казань: Издательство Казанского (Приволжского) федерального университета, «РахGrid», 2012.
10. Головацкая И.Ф., Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Никифоров П.Е., Карначук Р.А. Оптимизация условий освещения при культивировании микроклонов *Solanum tuberosum* L. сорта Луговской *in vitro* // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 1 (21). С. 133–144.
11. Регуляция роста оздоровленных растений картофеля сортов, районированных в Сибири в условиях *in vitro* и гидропоники для усиления их продукционного процесса // Физиология растений и микроорганизмов – взгляд в будущее: материалы Всероссийской научной конференции, посвященная памяти профессора Раисы Александровны Карначук и 90-летию со дня основания кафедры (Томск, 2–5 апреля 2013 г.). Томск: ООО «КИРОЛ», 2013. С. 117.
12. Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Гвоздева Е.С., Карначук Р.А. Особенности светового режима гидропонного культивирования оздоровленных растений картофеля нематодоустойчивого сорта Фреско для высокопродуктивного выхода миниклубней // Современная микробиология и биотехнология глазами молодых исследователей: материалы Всероссийской научной конференции (2–4 апреля 2014, Томск). Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. С. 8–11.
13. Дорофеев В.Ю., Головацкая И.Ф., Медведева Ю.В., Гвоздева Е.С., Карначук Р.А. Селективный свет *in vitro* и в условиях биотехнологического гидропонного модуля выращивания оздоровленных растений картофеля // Растения в условиях глобальных и локальных природно-климатических и антропогенных воздействий: материалы VIII Съезда ОФР России и Всероссийской научной конференции (21–26 сентября 2015, Петрозаводск). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 170.