

4. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. А.А. Россошанского. – М., 1979. – 221 с.

5. Методика физиологического исследования в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. – М., 1970. – 212 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

7. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям с овощными и бахчевыми культурами в открытом грунте / под ред. В.Ф. Белика. – Харьков, 1972. – 59 с.

References

1. Gladkikh V.I., Sirota S.M. Agrotehnika ovoshchnykh kultur. – Barnaul, 2002. – 107 s.

2. Litvinov S.S. Nauchnye osnovy ispolzovaniya zemli v ovoshchevodstve. – М., 1992. – 247 s.

3. Metodika gosudarstvennogo sor-toispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. – М., 1961. – 239 s.

4. Metodika polevogo opyta v ovo-shchevodstve i bakhchevodstve / pod. red. А.А. Rossoshanskogo. – М., 1979. – 221 s.

5. Metodika fiziologicheskogo issledovaniya v ovoshchevodstve i bakhchevodstve / pod red. V.F. Belika. – М., 1970. – 212 s.

6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – М.: Kolos, 1979. – 416 s.

7. Metodicheskie rekomendatsii po agrotehnicheskim issledovaniyam s ovoshchnymi i bakhchevymi kulturami v otkrytom grunte / pod. red. V.F. Belika. – Kharkov, 1972. – 59 s.



УДК 57.084.1:58.085

Н.Н. Чернышева, К.Ю. Гусева
N.N. Chernysheva, K.Yu. Guseva

СОРТОВАЯ РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) НА КУЛЬТУРАЛЬНУЮ СРЕДУ ПРИ КЛУБНЕОБРАЗОВАНИИ *IN VITRO*

VARIETAL RESPONSE OF POTATO PLANTS (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) TO CULTURE MEDIUM DURING THE TUBERIZATION *IN VITRO*

Ключевые слова: картофель, безвирусный семенной материал картофеля, клубнеобразование *in vitro*, микроклубни, культуральная среда, углеводный и гормональный факторы.

Микроклубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.), получаемые в культуре *in vitro*, широко применяются для массового ускоренного размножения оздоровленного пробирочного материала в системе элитного семеноводства. Микроклубни облегчают хранение коллекционных образцов, их транспортировку, могут быть использованы для накопления размножаемого материала в межсезонье, а также для непосредственного высаживания в теплицу и поле. Объектами исследований являлись сорта картофеля Лина и Гала. Возможность клубнеобразования у картофеля в условиях *in vitro* связана с генотипическими, видовыми и сортовыми свойствами. В связи с этим необходимо подбирать оптимальный состав питательной среды при микроклубнеобразовании сортов картофеля. Методы исследований основывались на общепринятых классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений. В работе для подбора оптимальных параметров клубнеобразования в условиях *in vitro* использовалась питательная среда по прописи Мурасиге-Скуга с различными концентрациями сахарозы (4; 5%), регуляторов роста (0,1 мг/л 0-нафтилуксусной кислоты (НУК), 0,5 мг/л кинетина (К_n); 0,2 мг/л НУК, 1,0 мг/л К_n; 0,4 мг/л НУК, 1,5 мг/л К_n). Экспланты (одноузловые че-

ренки с одним листом) культивировали в следующих условиях: 16/8 ч (свет/темнота), освещенность 3-4 клк, температура 20-22°C. Изучены особенности клубнеобразования среднеранних сортов картофеля, получены микроклубни размером 0,2-3,6 мм и массой 1-20 мг. Подобран оптимальный состав питательной среды для клубнеобразования сортов картофеля Лина, Гала.

Keywords: potato, virus-free seed potatoes, tuberization *in vitro*, microtubers, culture medium, carbohydrate and hormone factors.

Microtubers of potato (*Solanum tuberosum* L.) from *in vitro* plantlets are widely used for large-scale hastened multiplication of disease-free *in vitro* material within the system of elite seed production. Microtubers facilitate the storage of collection accessions and their transportation; they may be used for the accumulation of multiplied material during transitional season and for direct planting in greenhouses and fields. The research targets were the potato varieties Lina and Gala. The possibility of *in vitro* tuberization in potato is associated with the genotype, species and varietal properties. In this regard, the optimum culture medium composition should be found for tuberization of potato varieties. The research was based on the common techniques of isolated plant tissue culture. To identify the optimum *in vitro* tuberization parameters, Murashige and Skoog medium (MSO) was used along with different concentrations of sucrose (4%; 5%), growth regulators

(0.1 mg L of alpha-naphthaleneacetic acid (NAA) and 0.5 mg L of kinetin (Kn); 0.2 mg L NAA, 1.0 mg L Kn; 0.4 mg L NAA, 1.5 mg L Kn). *Single-node explants* were grown under the following conditions: 16/8 h (light/dark); illuminance – 3-4 klx; temperature – 20-22°C. Tubercization peculiarities in the mid-

dle-early potato varieties were studied; microtubers of 0.2-3.6 mm in size and weighing 1-20 mg were obtained. The optimum culture medium composition for the tubercization of the potato varieties Lina and Gala was identified.

Чернышева Наталья Николаевна, д.с.-х.н., с.н.с., проф., Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: plod@asau.ru.

Гусева Ксения Юрьевна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: plod@asau.ru.

Chernysheva Natalya Nikolayevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: plod@asau.ru.

Guseva Kseniya Yuryevna, post-graduate student, Altai State Agricultural University. E-mail: plod@asau.ru.

Введение

Картофель – одна из основных сельскохозяйственных культур, наиболее широко используемая для пищевых и кормовых целей. Однако данная культура подвержена многочисленным заболеваниям: вирусным, бактериальным, грибным. От репродукции к репродукции происходит накопление фитопатогенов, что проявляется в ухудшении развития растений, снижении качества и объемов урожая, а также лежкости клубней при хранении [1, 2]. Уровень урожайности картофеля зависит от качества используемого посадочного материала. Получение безвирусного семенного материала картофеля стало возможным благодаря методам биотехнологии растений. В ускоренном размножении оздоровленного картофеля все большее внимание уделяется изучению способа получения микроклубней в культуре *in vitro*. Микроклубни можно накапливать и сохранять в течение года, после соблюдения периода покоя высаживать в открытый грунт. Также они более удобны при транспортировке, хранении и реализации [3]. Пробиорочные растения не всегда формируют микроклубни. Их образование зависит от состава питательной среды и условий выращивания [4]. Особую роль в клубнеобразовании (КО) играют фотопериодический, углеводный и гормональные факторы [5]. Показано, что сахароза служит не только источником энергии и субстратом для биосинтеза в клубнях крахмала, но и является эффективным индуктором КО [6]. Данный дисахарид – не только более подходящий углевод для картофеля *in vitro*, но и необходимый для получения мини-клубней осмотик [7]. На прохождение всех этапов КО большое влияние оказывают фитогормоны [6, 7]. β-индолилуксусная кислота является одним из основных фитогормонов, непосредственно участвующих в большинстве процессов роста и морфогенеза растений. Обработки растворами природных и синтетических гормонов целых растений и отделенных побегов и черенков

картофеля дали противоречивые результаты, но в общем выявили скорее отрицательное влияние ауксинов на инициацию клубней [6]. Согласно другим полученным результатам, при внесении в среду β-индолилуксусной кислоты размер микроклубней был в 1,5-3,0 раза больше, чем в варианте без гормона, а добавление в питательную среду 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты способствовало увеличению числа столонов. Р.Г. Бутенко впервые показала стимулирующее действие кинетина на клубнеобразование у картофеля. Цитокинины ускоряют формирование и рост микроклубней, стимулируют утолщение апексов столонов, но не сам процесс клубнеобразования.

Цель исследований – изучение сортовой реакции растений картофеля (*Solanum tuberosum* L.) на культуральную среду при клубнеобразовании *in vitro*.

Задачи исследований:

- 1) установить влияние сортовых особенностей картофеля на процессы микроклубнеобразования;
- 2) подобрать оптимальный состав питательной среды для растений картофеля при культивировании на среде по прописи Мурасиге-Скуга (МС).

Объекты и методы

Экспериментальная работа выполнена в 2017 г. в лаборатории биотехнологии растений ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет». В качестве объекта исследования были использованы растения-регенеранты среднеранних сортов картофеля: Лина (Сибирский НИИ растениеводства и селекции, Россия), Гала (Norika Nordring – Kartoffelzucht – und Vermehrungs – GmbH, Германия).

Черенки пробиорочных растений с одной почкой культивировали на питательной среде МС. Особенности образования микроклубней изучали на средах с различными концентрациями сахарозы (4; 5%), регуля-

торов роста (0,1 мг/л α-нафтилуксусной кислоты (НУК), 0,5 мг/л кинетина (К_n); 0,2 мг/л НУК, 1,0 мг/л К_n; 0,4 мг/л НУК, 1,5 мг/л К_n). Таким образом, опыт был заложен в 6 вариантах: 1 – МС+4% сахара+0,1 мг/л НУК+0,5 мг/л К_n; 2 – МС+4% сахара+0,2 мг/л НУК+1,0 мг/л К_n; 3 – МС+4% сахара+0,4 мг/л НУК+1,5 мг/л К_n; 4 – МС+5% сахара+0,1 мг/л НУК+0,5 мг/л К_n; 5 – МС+5% сахара+0,2 мг/л НУК+1,0 мг/л К_n; 6 – МС+5% сахара+0,4 мг/л НУК+1,5 мг/л К_n. Одноузловые черенки с одним листом выращивали в следующих условиях: фотопериод 16/8 (свет/темнота), освещенность 3-4 клк, температура 20-22°C.

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием прикладного программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Результаты и их обсуждение

Формированию клубней у картофеля обычно предшествует образование столонов. Однако не на всех столонах формируются клубни; в культуре *in vitro* клубни

могут возникать также из почек надземных стеблей, что мы наблюдали в нашем исследовании. Особенности образования микроклубней имели сортовую зависимость. Количество растений-регенерантов, образовавших микроклубни, колебалось в пределах от 10 до 100%. Индукция микроклубнеобразования у обоих сортов происходила в первый месяц культивирования.

Сорт Гала характеризовался более высокой способностью к формированию клубней (в среднем 1,1 шт. микроклубней в расчете на 1 растение (вариант питательной среды № 1), тогда как у сорта Лина максимальное значение этого параметра составило 0,5 шт. микроклубней на варианте среды № 4 (табл.). У кустистых форм с мелкими листьями сорта Лина микроклубнеобразование выражалось крайне слабо (незначительное утолщение столонов). Микроклубни имели овальную или удлиненную форму, различную окраску (от темно-зеленой до светло-желтой). У обоих сортов формировались микроклубни только мелкой фракции (до 5 мм) – от 2 до 5 мм (рис.).

Таблица

Влияние компонентов питательной среды на микроклубнеобразование в культуре *in vitro* сортов картофеля Гала, Лина (n=10)

Вариант	Образование микроклубней, %	Средняя масса микроклубней, г	Продуктивность, шт.	Размер клубней, мм
Гала				
№ 1	100	0,05±0,01	1,1±0,23	3,6±0,37
№ 2	-	-	-	-
№ 3	40	0,02±0,02	0,4±0,37	1,4±1,39
№ 4	10	0,001±0,02	0,1±0,23	0,2±0,48
№ 5	60	0,01±0,01	0,6±0,37	1,8±1,27
№ 6	40	0,01±0,02	0,4±0,37	1,2±1,41
Лина				
№ 1	30	0,004±0,01	0,3±0,36	0,1±0,12
№ 2	20	0,004±0,01	0,2±0,32	0,06±0,10
№ 3	30	0,005±0,01	0,3±0,36	0,09±0,11
№ 4	50	0,01±0,02	0,5±0,40	0,17±0,15
№ 5	40	0,004±0,01	0,4±0,39	0,11±0,11
№ 6	20	0,002±0,01	0,2±0,32	0,05±0,08



Рис. Микроклубни сорта картофеля (*Solanum tuberosum* L.) Гала, культивируемые на среде МС, дополненной 4% сахарозы, 0,1 мг/л НУК, 0,5 мг/л К_n

Выводы

1. В результате исследований было установлено влияние сортовых особенностей картофеля на процессы микроклубнеобразования. Сорт Гала характеризовался более высокой способностью к образованию микроклубней.

2. Подобран оптимальный состав культуральной среды для клубнеобразования двух сортов картофеля: сорт Гала – питательная среда МС, дополненная K_n в концентрации 0,5 мг/л, НУК – 0,1 мг/л, 4% сахарозы; сорт Лина – среда МС с добавлением 0,5 мг/л K_n , 0,1 мг/л НУК, 5% сахарозы.

Библиографический список

1. Кононенко А.Н., Логинова Ю.Н., Ивахнова О.Ф. Эффективность применения микробиологических препаратов группы экстрасол на оригинальном семенном картофеле при получении мини-клубней // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 71-75.

2. Мякишева Е.П., Бородулина И.Д., Гусева К.Ю. и др. Производство семенных мини-клубней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – № 3-1 (83). – С. 1-45.

3. Nistor A., Campeanu G., et al. Effect of cropping system, planting density and size of potato seed-minitubers on their yielding capacity // Romanian Agricultural Research. – 2011. – Vol. 28. – P. 137-141.

4. Кокшарова М.К. Влияние температурного режима на образование микроклубней картофеля в культуре *in vitro* // АПК России. – 2016. – Т. 23. – № 2. – С. 278-281.

5. Нематуллоев З.С., Азимов М.Л., Давлатназарова З.Б. и др. Некоторые особенности роста и микроклубнеобразования у гибридов картофеля в условиях *in vitro* // Известия академии наук республики Таджикистан. – 2008. – № 2. – С. 56-62.

6. Аксенова Н.П., Константинова Т.Н., Голяновская С.А. и др. Гормональная регуляция клубнеобразования у картофеля //

Физиология растений. – 2012. – Т. 59 – № 4. – С. 491-508.

7. Дерябин А.Н., Юрьева Н.О. Экзогенная регуляция клубнеобразования у *Solanum tuberosum* L. в культуре *in vitro* // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 3. – С. 17-23.

References

1. Kononenko A.N., Loginova Yu.N., Ivakhnova O.F. Effektivnost primeneniya mikrobiologicheskikh preparatov gruppy ekstrasol na originalnom semennom kartofele pri poluchenii mini-klubney // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 39. – S. 71-75.

2. Myakisheva E.P., Borodulina I.D., Guseva K.Yu. i dr. Proizvodstvo semennykh mini-klubney kartofelya (*Solanum tuberosum* L.) // Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 3-1 (83). – S. 41-45.

3. Nistor A., Campeanu G., et al. Effect of cropping system, planting density and size of potato seed-minitubers on their yielding capacity // Romanian Agricultural Research. – 2011. – Vol. 28. – P. 137-141.

4. Koksharova M.K. Vliyanie temperaturnogo rezhima na obrazovanie mikroklubney kartofelya v kulture *in vitro* // APK Rossii. – 2016. – Т. 23. – № 2. – S. 278-281.

5. Nematulloev Z.S., Azimov M.L., Davlatnazarova Z.B. i dr. Nekotorye osobennosti rosta i mikroklubneobrazovaniya u gibridov kartofelya v usloviyakh *in vitro* // Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadjikistan. – 2008. – № 2. – S. 56-62.

6. Aksenova N.P., Konstantinova T.N., Golyanovskaya S.A. i dr. Gormonalnaya regulyatsiya klubneobrazovaniya u kartofelya // Fiziologiya rasteniy. – 2012. – Т. 59 – № 4. – S. 491-508.

7. Deryabin A.N., Yureva N.O. Ekzogen-naya regulyatsiya klubneobrazovaniya u *Solanum tuberosum* L. v kulture *in vitro* // Selskokhozyaystvennaya biologiya. – 2010. – № 3. – S. 17-23.

