



Е.П. Мякишева, О.К. Таварткиладзе, Д.А. Дурников

**НОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КЛОНАЛЬНОГО
МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ СОРТА КАРТОФЕЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЗАПАДНОЙ
СИБИРИ**

*Алтайский государственный университет, Алтайский центр прикладной
биотехнологии,*

г. Барнаул, emjak@yandex.ru, durnikin@list.ru

В статье освещается острая необходимость использования методов современной биотехнологии в системе первичного семеноводства картофеля на территории Российской Федерации. Недостаток необходимого объема качественного посадочного материала является основным фактором, ограничивающим получение стабильно высокого урожая. Урожай картофеля, ежегодно получаемый на территории России, значительно ниже общемирового, и не отвечает генетическим возможностям используемых сортов. Многочисленные вирусные инфекции имеют свойство накапливаться в клубнях, снижая показатели их качества и лежкость при хранении. Впервые рассмотрены особенности процесса клонального микроразмножения и ведения культуры *in vitro* картофеля раннеспелого сорта Любава российской селекции (НИИСХ г. Кемерово, Кемеровская область РФ). На этапе введения в культуру определены параметры, обеспечивающие получение чистой культуры с использованием лизоформина в качестве стерилизующего соединения. На этапе собственно размножения для получения растений-регенерантов определенной морфологической структуры было изучено влияние определенных компонентов питательной среды. Показано влияние агара, сахарозы и витаминов на такие морфологические показатели развития растений-регенерантов как количество междоузлий и высота растений. На этапе укоренения рассмотрено влияние различных регуляторов роста ауксиновой природы: α -нафтилуксусной кислоты, β -индолилуксусной кислоты, β -индолилмасляной кислоты, в концентрациях 0,1-5 мкМ. Подобраны концентрации этих соединений, введение которых в питательные среды обеспечивало максимальные показатели ризогенеза: количество и длину корней. На этапе адаптации к нестерильным условиям выращивания *ex vitro* показана эффективность использования гидропонных установок, заполненных жидким питательным раствором. Успешное проведение этапа адаптации характеризовалось 100% приживаемостью растений и увеличением морфологических показателей регенерантов.

Ключевые слова: клональное микроразмножение, картофель, in vitro, регуляторы роста, витамины, сахароза, укоренение, адаптация.



E.P. Miakishcheva, O.K. Tavartkiladze, D.A. Durnikin

**CLONAL MICROPROPAGATION OF POTATO VARIETIES BY WESTERN
SIBERIA SELECTION– THE NEW FEATURES**

*Altai Center of Applied Biotechnology, Altai State University,
Barnaul, Russia, emjak@yandex.ru, durnikin@list.ru*

The article is sanctified urgent need to use methods of modern biotechnology in primary seed farming of potatoes in the territory of the Russian Federation. Lack of required amount of good quality planting material is a major factor limiting stable high yield. The crop of potatoes, annually produced in Russia, significantly below global, and does not meet genetic capabilities of the species. Many viral infections tend to accumulate in the tubers, reducing their quality and keeping quality during storage. For the first time peculiarities of clonal micropropagation and in vitro culture of early-maturing potato varieties Lubava Russian breeding (agricultural research Institute of the city of Kemerovo, the Kemerovo region of the Russian Federation). At the stage of introduction to the culture of the parameters, providing pure cultures using lizoformin as sterilizing compounds. At the stage of actually breeding to obtain plants-regenerants of a certain morphological structure was studied the influence of certain components of the nutrient medium. The influence of agar, sucrose and vitamins such morphological indicators of development of regenerated plants as number of internodes and plant height. In the rooting stage the effect of different of growth regulators auxin nature: α -naphthyloxy acid, β -indoleacetic acid and β -indolebutyric acid, in concentrations of 0.1-5 μ m. Selected concentrations of these compounds, the introduction of which in the nutrient medium provided the maximum indices of rhisogenesis: the number and length of roots. At the stage of adaptation to non-sterile growing conditions ex vitro the efficiency of the hydroponic plants, filled with a liquid nutrient solution. A successful stage adaptation has characterizability 100% survival rate of plants and increase the morphological characteristics of regenerants.

Keywords: micropropagation, potatoes, in vitro, growth regulators, vitamins, sucrose, rooting, adaptation.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из лидирующих и важнейших сельскохозяйственных культур, имеющая огромное значение в мировой пищевой и перерабатывающей промышленности. По валовому производству картофеля Россия занимает одно из ведущих мест в мире. Однако средняя урожайность по стране составляет 14 т/га, что значительно ниже среднемировой - 17 т/га, являясь при этом культурой с высоким уровнем затрат ресурсов и энергии для ее производства (Симаков, 2009). Между тем, биологический потенциал существующих сортов картофеля позволяет получить урожай в оптимальных условиях более 100 т/га, но реализуется он только на 15 – 20 % (Марданшин и др., 2006).

Основной проблемой, ограничивающей получение стабильно высокого урожая, является отсутствие в достаточном объеме качественного семенного материала. Семенами высоких посевных качеств в масштабах Российской Федерации засеваются только около 60% сельскохозяйственных площадей, а в частном секторе зачастую используется сортосмесь без обновления (Симаков, 2009).

Плохое качество семенного возникает вследствие поражения его вирусами и болезнями, что ежегодно снижает урожайность картофеля на 30-40% (Дорофеев и др., 2014). Описано более 200 вирусов, поражающих картофель, из них наиболее вредоносными выделяют: вирус скручивания листьев картофеля (PLRV), Y-вирус картофеля (PVY), A-вирус картофеля (PVA), M-вирус картофеля (PVM), X-вирус картофеля (PVX) и S-вирус картофеля (PVS) (Гизатуллина и др., 2012). Данные вирусные инфекции имеют свойство накапливаться в клубнях, снижая их крахмалистость и лежкость при хранении.

В основе элитного семеноводства картофеля лежит использование современных методов биотехнологии. Единственным эффективным способом получения оздоровленного посадочного материала картофеля является метод апикальных меристем или метод клонального микроразмножения. Клеточные культуры во всем мире активно развиваются для получения безвирусного семенного материала (Koleva et. al., 2012). Использование меристемной культуры, приемов химиотерапии и термотерапии позволяет получать свободные от заражения различными вирусами и фитопатогенами микрорастения картофеля (Srivastava, 2012). Изучение методов воспроизводства семенного материала картофеля с использованием данных методик является актуальным, а в странах с активно развитым аграрным сектором современное семеноводство полностью ориентируется на биотехнологические подходы.

Клональное микроразмножение – асептическая процедура, включающая манипуляции растительными органами, тканями или клетками, которая дает популяции растений и позволяет миновать половой процесс или существующие традиционные способы вегетативного размножения (Вечернина, 2014). Процесс клонального микроразмножения включает в себя четыре последовательных этапа:

1. эксплантрование исходной ткани (введение в систему *in vitro*);
2. собственно, размножение растений-регенерантов;
3. укоренение размноженных растений;
4. адаптация растений к нестерильным условиям выращивания.

Технология клонального микроразмножения для картофеля была разработана еще в 80-х годах прошлого столетия. Однако одно из ведущих влияний на морфологический ответ растения в культуре *in vitro* определяет его генотип, поэтому существует необходимость подбора оптимальных



условий культивування для кожного конкретного сорту. Получение посадочного материала новых сортов картофеля так же требует детального изучения методик культивирования в системе *in vitro* и постоянного их совершенствования.

Целью данной работы явилось изучение особенностей клонального микроразмножения картофеля сорта Любава в культуре *in vitro*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходным материалом для разработки технологии клонального микроразмножения в культуре *in vitro* послужили клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Любава категории элита. Сорт получен селекцией НИИСХ г. Кемерово, внесен в государственный реестр и рекомендован к выращиванию по Уральскому, Западно-Сибирскому, Восточно-Сибирскому и Дальневосточному регионам РФ. Ценностью данного сорта является его раннеспелость, устойчивость к возбудителю рака картофеля, парше обыкновенной, кольцевой гнили, ризоктониозу. Сорт столового назначения, обладает высокой урожайностью и хорошим вкусом (Анисимов, Еланский, 2013).

Методика работы основывалась на общепринятых классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1971). Отобранные клубни весом 100-150 г. обрабатывали раствором, состоящим из гибберелловой кислоты 0,005% и тиомочевины 1%, помещали в термостат для проращивания при температуре + 25 °С. Из проросших клубней в условиях ламинар-бокса вычленили апикальные меристемы, проводили их поверхностную стерилизацию 1% лизоформином и высаживали в культуральные сосуды с питательной средой.

Экспланты и растения-регенеранты культивировали в следующих условиях: фотопериод 16/8 часов свет/темнота, освещенность 2–3 клк, температура 24±1°C. Длительность пассажа составляла 25–30 дней. В качестве основной питательной среды использовали среду по прописи Murashige, Skoog, (1962) (MS) дополненную мезоинозитом 100 мг/л. и гидролизатом казеина 1 г/л. Для подбора оптимальных параметров микроразмножения использовали питательные среды, с различным содержанием желатинизирующего, углеводного компонента и витаминов. Для индукции ризогенеза использовали питательные среды, дополненные различными регуляторами роста: 1-нафтилуксусной кислотой (НУК), β-индолилуксусной кислотой (ИУК), индолилмасляной кислотой (ИМК) в концентрациях 0,1-5 мкМ. В качестве эксплантов использовали микрочеренки, вычлененные из средней части растения с одной пазушной почкой и листом.

Через 20 суток фиксировали следующие показатели развития растений: количество корней, шт./экспл.; длина корней, мм; высота побега, мм;

количество листьев на побеге, шт./экспл. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007. Для диагностики вирусной инфекции использовали иммуноферментный анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На этапе получения чистой культуры исходные клубни картофеля для выведения клубней из состояния покоя и пробуждения почек обрабатывали раствором тиомочевины и гибберелловой кислоты. Замачивание проводили в течение различного времени: 1, 6, 24 часа. Однако, на данном этапе работы не удалось выявить достоверных различий числа проросших клубней от длительности замачивания. На всех вариантах опыта проросло 95% заложенных клубней.

Лизоформин в качестве стерилизующего агента используется при введении в культуру различных видов растений. Эффективным данный тип стерилизующего агента оказался и для растений картофеля. Для стерилизации использовали 1% лизоформин с экспозицией 3-5 минут. Меристемы высаживали на питательную среду МС без регуляторов роста. Использованный режим поверхностной стерилизации оказался приемлемым и эффективным.

Выявлено, что оптимальное время экспозиции в стерилизующем агенте составило 3 минуты, число жизнеспособных регенерантов при этом составило 95%. При экспозиции в течение 1 минуты наблюдался достаточно высокий процент заражения – 45%, а при выдержке в течение 5 минут 55% регенерантов оказались нежизнеспособными (рис.1).

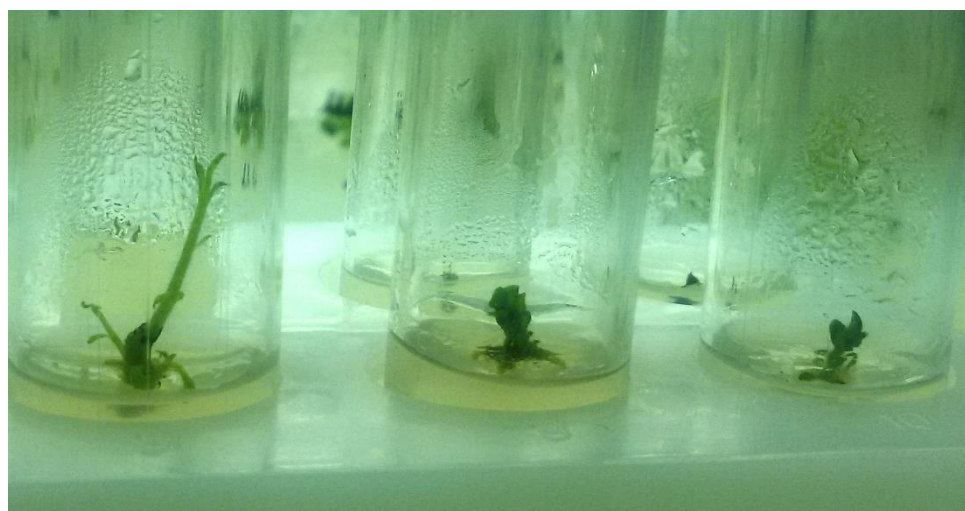


Рис. 1. Растения картофеля, развивающиеся из меристем

На этапе собственно размножения, для получения большого количества растений-регенерантов, необходимо добиться развития растений с максимальным числом междоузлий. На этот морфологический параметр, кроме регуляторов роста, так же влияют различные компоненты питательной среды.

Для клонального микроразмножения в основном используют твердые питательные среды. Но между тем жидкие имеют определенные преимущества, в них обеспечивается подвижность питательных веществ, их можно полностью или частично менять в процессе культивирования, растение хорошо снабжено питательными веществами, что обуславливает быстрый рост всех существующих почек (Лебедева, Федорова, 2014). Логично предположить, что, уменьшая концентрацию желатинизирующего агента в питательной среде, возможно повышать доступность ее компонентов для проводящей системы растения.

Традиционно, для приготовления твердых питательных сред вводят агар в концентрации 7 г/л. Проведенные исследования показали, что для увеличения количества междоузлий растений-регенерантов необходимо добавлять агар в концентрации 4 г\л (рис. 2).

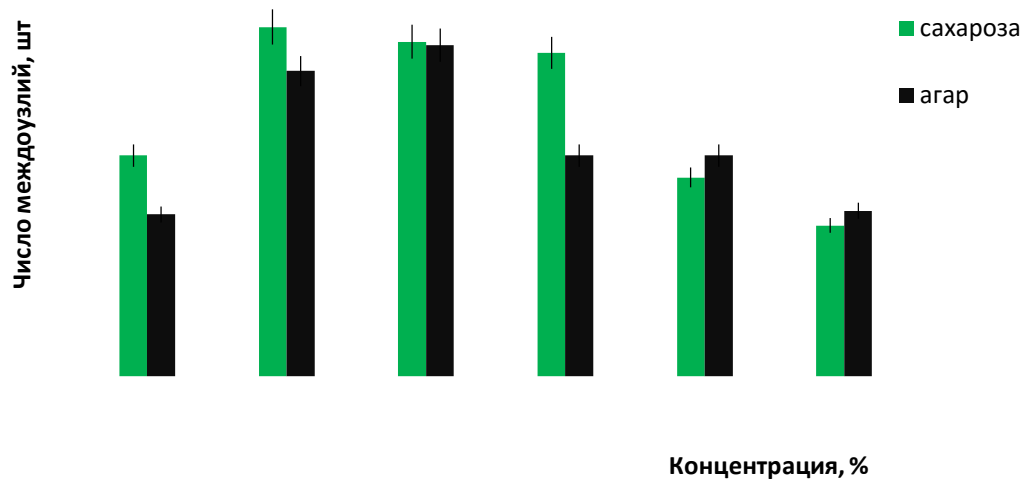


Рис. 2. Влияние компонентов питательной среды на число междоузлий растений картофеля сорта Любава

При такой концентрации желатинизирующего агента отмечается утолщение стебля растения, ускорение роста зеленой массы и корнеобразования. Это подтверждает, что питательные вещества среды

становятся более доступными для растения, и интенсивнее используются проводящей системой в микрочеренке.

Сахароза в питательной среде является основным источником углеводов. Многочисленные исследования посвящены роли сахарозы в образовании корней и стимуляции микроклубнеобразования (Rahman, Islam, 2010; Altindal, Karadoğan, 2010; Fufa, Mulugeta, 2014). Однако сахароза является мощным рострегулирующим фактором не только для корневой системы. В проведенных нами исследованиях на вариантах питательной среды с различной концентрацией сахарозы наблюдалось изменение количества междоузлий растений-регенерантов (рис. 2).

При низкой 1% и высокой 9% концентрации углевода в питательной среде происходило снижение числа междоузлий и коэффициента размножения соответственно до 5-6 микрочеренков с одного растения. Для развития здоровых и крепких растений с 9-10 междоузлиями необходимо использовать сахарозу в концентрации от 3 до 5 % состава питательной среды.

В работе Н.В. Лебедевой и Ю.Н. Федоровой (2014) показано, что витамины, используемые в питательной среде, являются мощным рострегулирующим фактором. В качестве витаминного компонента для питательной среды по прописи Мурасиге и Скута используют комплекс, состоящий из следующих соединений: тиамин гидрохлорид (витамин В₁) в концентрации 0,1 мг\л, пиридоксин хлорид (витамин В₆) в концентрации 0,5 мг\л и никотиновая кислота (витамин РР) – 0,5 мг\л. Для приготовления классической среды по прописи Мурасиге и Скута готовый маточный комплекс витаминов используют в концентрации 1 мл\л.

Для того, чтобы определить влияние, оказываемое витаминным компонентом, были использованы питательные среды, содержащие различные концентрации витаминов. В качестве контроля использовалась питательная среда Мурасиге и Скута без введения витаминов, данный состав питательной среды использовался так же в работе Н.В. Лебедевой и Ю.Н. Федоровой (2014).

Исследуя влияние различного содержания витаминов в питательной среде на морфологические показатели микрорастений, выявлены две концентрации витаминного комплекса – 1,5 и 5 мл\л, при которых отмечались наилучшие показатели морфогенеза растений (табл. 1).

При использовании витаминного комплекса в концентрации 5 мл\л наблюдалось вытягивание растений и увеличение их высоты до 105,6 мм, с 9,7 шт/эксплант междоузлий, по сравнению с контрольным вариантом, при котором высота растений составляла 66,4 мм с 4 междоузлиями. Показатели ризогенеза так же увеличивались, формировалось по 29,3 шт/эксплант корней, средней длина составляла 47,3 мм.

Таблица 1. Влияние витаминов (В₁, В₆, РР) на развитие растений картофеля сорта Любава (n=20)

Витамины (В ₁ , В ₆ , РР), мл/л	Высота растения, мм	Листья, шт	Междоузлия, шт	Количество корней, шт	Длина корней, мм
0 (контроль)	66,4 ± 0,7	5,2 ± 0,3	4,0 ± 0,3	15,9 ± 1,3	30,1 ± 1,5
1	92,0 ± 0,9	7,6 ± 0,2	6,3 ± 0,6	20,7 ± 1,4	43,3 ± 1,9
1,5	106,8 ± 1,9	8,2 ± 0,9	7,2 ± 1,0	25,6 ± 2,4	41,6 ± 2,1
2	102,2 ± 1,2	7,0 ± 0,5	6,0 ± 0,4	22,7 ± 1,5	40,0 ± 1,8
2,5	89,0 ± 0,7	7,4 ± 0,8	6,2 ± 0,7	25,8 ± 2,3	36,4 ± 2,9
5	105,6 ± 1,3	7,6 ± 0,6	9,7 ± 0,7	29,3 ± 1,3	47,3 ± 1,0

Укоренение размноженных побегов и получение растений с хорошо сформированной корневой системой *in vitro* представляет третий этап клонального микроразмножения, от успешности проведения которого зависит вся проведенная ранее работа. Проведенные ранее исследования на других сортах картофеля в культуре *in vitro*, показали, что от типа и концентрации используемого ауксина, зависит эффективность корнеобразования (Гусева и др., 2013).

Полученные данные показали активный физиологический ответ растений сорта Любава на различные типы и концентрации, вводимых в питательную среду регуляторов роста (рис. 3-4).

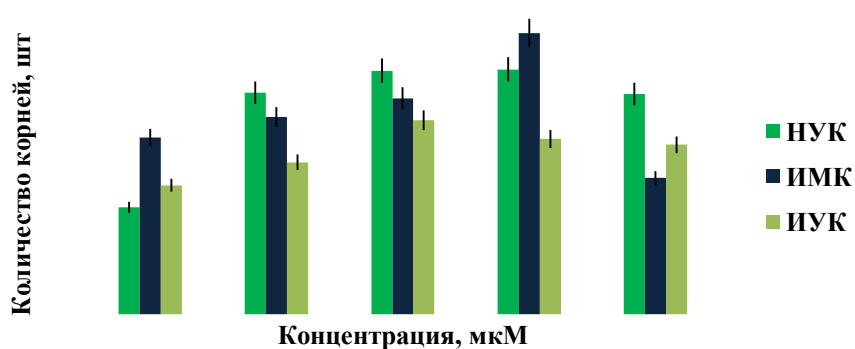


Рис. 3. Влияние регуляторов роста на количество корней растений картофеля сорта Любава

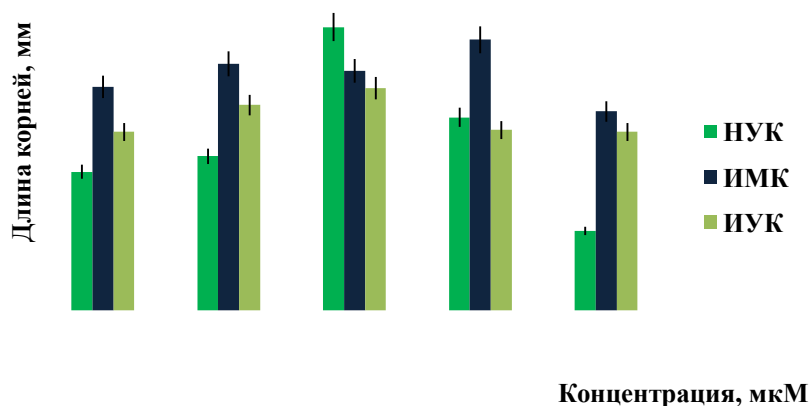


Рис. 4. Влияние регуляторов роста на длину корней растений картофеля сорта Любава

Максимальные показатели ризогенеза были зафиксированы при использовании ИМК. При концентрации 3 мкМ образовывалось по 19,4 шт\экспл корней, средняя длина которых достигала 45,3 мм. При использовании меньших концентраций ИМК происходило уменьшение количества корней.

При использовании НУК и ИМК в качестве индукторов ризогенеза через 28 суток пассажа происходило 100%-ное укоренение регенерантов во всех вариантах концентраций (от 0,1 до 5,0 мкМ). Наилучшие показатели ризогенеза отмечались при использовании данных регуляторов роста в концентрации 1,5 мкМ, развивались растения с 16,8 корней\экспл. (НУК) и 13,4 корней\экспл. (ИУК), средняя длина корней составила 47,4 мм и 37,2 мм соответственно.

Адаптацию растений-регенерантов проводили с использованием гидропонных установок. Установки размещались в специальном помещении, в котором контролируются температура, влажность, а также обеспечивается защищенность выращиваемых растений от заражения патогенами. Такая схема производства посадочного материала позволяет значительно снизить трудоемкость технологических процессов и гарантирует высокое качество посадочного материала. Данный прием показал свою эффективность при адаптации различных растений: земляники, яблони, примулы, клематисов (Вечернина, Таварткилазде, 2014).

Растения картофеля сорта Любава адаптировали после достижения ими высоты 5-8 см и формирования не менее 5 корней. Растения извлекали из пробирок, отмывали от агара, помещали в вегетационные кассеты адаптационной установки (рис. 5).



Рис. 5. Растения картофеля, адаптируемые на гидропонной установке

Растения после высадки на установку укрывали полиэтиленовой пленкой, и в течение первых двух суток отключали свет. После двух суток включали свет с фотопериодом 16 часов свет / 8 часов темнота. Продолжительность адаптации составляла 25-30 суток.

В качестве раствора для адаптации использовали различные концентрации (полная, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$) минерального состава питательной среды по прописи Мурасиге и Скута (МС).

Наилучшие показатели развития растений-регенерантов отмечались при использовании полного минерального состава МС и редуцированного в два раза (табл. 2).

Максимальные число $12,9 \pm 0,2$ шт. и длина $47 \pm 3,5$ мм. корней отмечались при выращивании растений картофеля на редуцированном в половину питательном растворе.

Лучшие показатели развития вегетативной части растения отмечены при использовании целого минерального состава. Максимальная высота растений составила $79 \pm 1,9$ мм, на побеге развивалось по $12,8 \pm 0,7$ шт. листьев.

Приживаемость растений на всех трех типах питательного раствора составила 100%. После адаптации растения имеют хорошо развитую корневую систему, широкие листья и полностью готовы к выращиванию в условиях

закрытого ґрунта или гидропонной культуры с целью получения семенных мини-клубней.

Таблица 2. Показатели развития растений картофеля на гидропонной установке (n=20)

Питательный раствор	Высота побега, мм до/после	Число листьев,	Число корней,	Длина корней,
		шт до/после	шт до/после	мм до/после
МС	56,4 ± 2,7 /	8,4 ± 0,8 /	9,6 ± 0,6 /	37,4 ± 3,3 /
	79,6 ± 1,9	12,8 ± 0,7	10,2 ± 0,5	46,0 ± 2,4
½ МС	59,2 ± 3,1 /	9,0 ± 0,9 /	9,7 ± 0,7 /	35,2 ± 4,6 /
	75,8 ± 1,4	11,0 ± 0,5	12,9 ± 0,2	47,3 ± 3,5
¼ МС	58,7 ± 1,2 /	8,7 ± 0,5 /	9,0 ± 0,5 /	36,1 ± 2,5 /
	69,1 ± 2,8	9,9 ± 0,3	9,8 ± 0,8	40,6 ± 3,3

В настоящее время, метод оздоровления картофеля от вирусных болезней с помощью культуры меристемы активно используется во всех картофелепроизводящих странах мира. Исследование и детальная разработка метода клонального микроразмножения, обеспечит внедрение в производство высококачественного посадочного материала новых сортов картофеля селекции западной Сибири.

ВЫВОДЫ

1. Для введения растений картофеля сорта в культуру *in vitro* в качестве стерилизующего соединения эффективно использовать лизоформин 1% с экспозицией 3 минуты.
2. При использовании желатинизирующего компонента питательной среды в концентрации 4 г/л наблюдается увеличение количества междоузлий растений-регенерантов картофеля сорта Любава.
3. Использование витаминного комплекса (тиамина хлорид, пиридоксина хлорид, никотиновая кислота) в концентрации 5 мг/л обеспечивало увеличение высоты растений, количества междоузлий и количества корней, по сравнению с контрольным вариантом.
4. Наилучшие показатели ризогенеза наблюдались при использовании НУК и ИМК в концентрации 1,5 мкМ.
5. На этапе адаптации растений-регенерантов с использованием гидропонных установок использование питательного раствора, содержащего ½ минеральных солей МС обеспечивало наилучшие показатели развития растений-регенерантов.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анисимов Б.В., Еланский С.Н. Сорта картофеля, возделываемые в России: 2013. Справочное издание – М.: Агростас. – 2013. – 144 с.
2. Бутенко Р.Г. Культура тканей и клеток растений. – М., – 1971. – 45с.
3. Вечернина Н.А., Таварткиладзе О.К. Методы биотехнологии в селекции, размножении и сохранении генофонда растений: монография. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. – 2014. – 251 с.
4. Гизатуллина А.А., Загитуллина А.А., Вологдин С.Г., Сташевски З. Передача вирусной инфекции в асептической культуре *in vitro* // Научное обеспечение агропромышленного комплекса России. Материалы всероссийской Научно-практической конференции, посвященной памяти Р.Г.Горяева 14-15 марта, Казань. – 2012. – С.112–117.
5. Гусева К.Ю. Бородулина И.Д., Мякишева Е.П., Таварткиладзе О.К. Изучение ризогенеза сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro* // Известия АлтГУ. – 2013. – №2. – С. 69–72
6. 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 // Материалы всероссийской научной конференции «Современная микробиология и биотехнология глазами молодых исследователей», Томск. – 2014. – С. 8–11.
7. Лебедева Н.В., Федорова Ю.Н. Применение витаминов при ускоренном размножении картофеля Вестник российского государственного аграрного заочного университета Москва. – 2014. – С. 15–17.
8. Марданшин И.С., Пусенкова Л.И. Новые способы ускоренного размножения – основа повышения рентабельности семеноводства картофеля // Сборник научных трудов, посвященный 75-летию со дня основания ГНУ ЮУНИИПОК «Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля» Челябинск. – 2006. – Т. VIII. – С.533–535.
9. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Усков А.И. Размножение перспективных гибридов и новых сортов в системе оригинального семеноводства картофеля // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №7. – С.15–16.
10. Шорников Д.Г., Янковская М.Б., Муратова С.А. Ускоренное размножение нетрадиционных садовых культур на искусственных питательных средах // Садоводство и виноградарство. – 2007. – № 5. – С. 12–14.
11. Fufa M., Mulugeta D. Microtuber Induction of Two Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties //Advances in Crop Science and Technology Fufa and Diro, Adv Crop Sci Tech. – 2014. – P. 122.



12. Rahman, M.H., Islam, R., Hossain, M. and Islam, M.S. Role of sucrose, glucose and maltose on conventional potato micropropagation // Journal of Agricultural Technology. – 2010. – 6(4). – P. 733-739.
13. Koleva Gudeva Liljana, Mitrev S., Trajkova Fidanka, Ilievski Mite. Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum* L. // Electronic Journal of Biology. – 2012. – Vol. 8(3). – P. 45-49.
14. Altindal D. Karadoğan T. The effect of carbon sources on in vitro microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) // Turkish Journal of Field Crops. – 2010. – 15(1). – P. 7-11.
15. Srivastava A.K., Diengdoh L.C., Rai R., Bag T.K., Singh B.P. In Vitro Micropropagation and Micro tuberization Potential of Selected Potato Varieties // Indian Journal of Hill Farming. 2012. – 25(2). – P. 14-17.

REFERENCES

- Altindal, D. Karadoğan, T. (2010). The effect of carbon sources on in vitro microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.). Turkish Journal of Field Crops. 15(1), 7-11.
- Anisimov, B.V., Elanskij, S.N. (2013). Sorta kartofelja, vzdelyvaemye v Rossii: Spravochnoe izdanie. Moscow. Agropas. (in Russian).
- Butenko, R.G. (1971) Kul'tura tkanej i kletok rastenij. Moscow. Nauka. (in Russian).
- Dorofeev, V.Ju., Medvedeva, Ju.V., Gvozdeva, E.S., Karnachuk, R.A. (2014) Osobennosti svetovogo rezhima gidroponnogo kul'tivirovanija ozdorovlennyh rastenij kartofelja nematodoustojchivogo sorta Fresko dlja vysokoproduktivnogo vyhoda miniklubnej. Proceed. Conf. Sovremennaja mikrobiologija i biotehnologija glazami molodyh issledovatelej. Tomsk. (in Russian).



- Fufa, M., Diro, M. (2014). Microtuber Induction of Two Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties. *Adv Crop Sci Tech.* 2, 122.
- Gizatullina, A.A., Zagitullina, A.A., Vologdin, S.G., Stashevski, Z. (2012) *Peredacha virusnoj infekcii v asepticheskoj kul'ture in vitro. Proceed. Conf. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Rossii. Kazan'.* (in Russian).
- Guseva, K.Ju., Borodulina, I.D., Mjakisheva, E.P., Tavartkiladze, O.K. (2013) *Izuchenie rizogeneza sortov kartofelja (Solanum tuberosum L.) v kul'ture in vitro. Izvestija AltGU.* 2, 69-72 (in Russian).
- Koleva Gudeva, L., Mitrev, S., Trajkova, F., Ilievski, M. (2012). Micropropagation of Potato *Solanum tuberosum* L. *Electronic Journal of Biology.* 8(3), 45-49.
- Lebedeva, N.V., Fedorova, Ju.N. (2014) *Primenenie vitaminov pri uskorennom razmnozhenii kartofelja Vestnik rossijskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta.* 4, 15–17. (in Russian).
- Mardanshin, I.S., Pusenkova, L.I. (2006) *Novye sposoby uskorenного razmnozhenija – osnova povyshenija rentabel'nosti semenovodstva kartofelja. Sbornik nauchnyh trudov. Selekcija, semenovodstvo i tehnologija plodovo-jagodnyh kul'tur i kartofelja.* VIII, 533–535. (in Russian).
- Rahman, M.H., Islam, R., Hossain, M., Islam, M.S. (2010). Role of sucrose, glucose and maltose on conventional potato micropropagation. *Journal of Agricultural Technology.* 6(4), 733-739.



- Shornikov, D.G., Jankovskaja M.B., Muratova, S.A. (2007) Uskorennoe razmnozhenie netradicionnyh sadovyh kul'tur na iskusstvennyh pitatel'nyh sredah. Sadovodstvo i vinogradarstvo. 5, 12–14 (in Russian).
- Simakov, E.A., Anisimov, B.V., Uskov, A.I. (2009) Razmnozhenie perspektivnyh gibridov i novykh sortov v sisteme original'nogo semenovodstva kartofelja . Dostizhenija nauki i tehniki APK. 7, 15–16. (in Russian).
- Srivastava, A.K., Diengdoh, L.C., Rai, R., Bag, T.K., Singh, B.P. (2012) In Vitro Micropropagation and Micro tuberization Potential of Selected Potato Varieties. Indian Journal of Hill Farming. 25(2), 14-17.
- Vechernina, N.A., Tavartkiladze, O.K. (2014) Metody biotekhnologii v selekcii, razmnozhenii i sohranении genofonda rastenij: monografija. Barnaul: Altia University Press. (in Russian).

Поступила в редакцию 19.02.2016

Как цитировать:

Miakisheva, E.P., Tavartkiladze, O.K., Durnikin, D.A. (2016). Clonal micropropagation of potato varieties by Western Siberia selection– the new features. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. 6 (1), 375-389. **crossref** <http://dx.doi.org/10.15421/201622>

© Мякишева, Таварткиладзе, Дурникин, 2016

Users are permitted to copy, use, distribute, transmit, and display the work publicly and to make and distribute derivative works, in any digital medium for any responsible purpose, subject to proper attribution of authorship.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 3.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)