

5. Методика государственного сортоиспытания газонных трав : метод. материалы. М., 1977. С. 12–21.
6. Доценникова О. А. Диагностика семенной продуктивности мятлика лугового с помощью анатомо-морфологического метода // Итоги интродукции и селекции травянистых растений на Урале : сб. Екатеринбург, 2001. Вып. 1. С. 241–263.
7. Стефанович Г. С., Улыбина А. Н. Интродукционная оценка декоративных образцов *Festuca cinerea* (Poaceae) из различных экологических зон. Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы // Междунаро. конф., посвящ. 70-летию Центр. сибир. ботан. Сада : материалы (Россия, Новосибирск, 1–8 августа 2016года). Новосибирск, 2016. С. 282–284.
8. Стефанович Г. С. Колосняк песчаный «Седой Урал» – новый сорт декоративного злака // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. работ. М., 2015. Т. XXXXII. С. 376–379.

УДК 633/635:631.52

М. К. Кокшарова, Ф. Р. Лепп, Л. А. Келик

*ФГБНУ УрФАНИИЦ УрО РАН – филиал Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
620061, Россия, г. Екатеринбург, ул. Главная, 21,
mkoksharova1954@mail.ru*

ИСПОЛЬЗУЕМ ПРОБИРОЧНУЮ КУЛЬТУРУ И МИКРОКЛУБНИ КАРТОФЕЛЯ *IN VITRO* В КАЧЕСТВЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

Ключевые слова: микроклубни, картофель, пробирочная культура, посадочный материал.

Высокая потребность в качественном посадочном материале картофеля диктует скорейшее внедрение всех существующих способов ускоренного размножения исходного материала. Понятие качества семенного картофеля часто ограничивалось в картофелеводстве внешними признаками клубней: их размером, наличием в них механических повреждений, признаков грибных болезней (фитофтороза, парши, ризоктониоза, сухих и мокрых гнилей). В последнее время без проверок на наличие вирусной инфекции в клубнях невозможно продать и приобрести сертифицированный семенной материал. Вирусы – это внутриклеточные патогены, и бороться с ними очень трудно, а болезни, которые они вызывают, передаются через клубни.

В связи с этим во всем мире производство картофеля переведено на безвирусную основу по методу апикальной меристемы. Размножение исходного материала осуществляется в лабораторных условиях путем микрочеренкования по количеству междоузлий. В 90-е гг. в Свердловской области такая лаборатория была организована в Уральском научно-исследовательском инсти-

туте, которая в 2017 г. вошла в состав селекционно-технологического центра по картофелю. В лаборатории освоен метод апикальных меристем. Оздоровлено 67 сортов, получено 150 меристемных линий. По результатам оценки полевого испытания лучшие меристемные линии сохраняем в банке культуры *in vitro* и используем для производственного размножения. Всего в коллекции содержится 100 сортов картофеля. Ежегодно выращиваем от 40 до 60 тысяч пробирочных растений (табл. 1).

Таблица 1

Производство и реализация пробирочной культуры оздоровленного картофеля, 2014–2018 гг.

Годы	Выращивание пробирочных растений, тыс. шт.		Реализовано пробирочных растений, тыс. шт.
	Всего	В том числе рассады	
2014	38,9	16,3	19,7
2015	42,4	9,9	32,3
2016	33,5	10,5	23
2017	65,3	16,6	48,7
2018	58,6	21,3	37,3

По предварительным заявкам пробирочные растения поставляем 10–12 предприятиям шести областей России: Свердловской, Курганской, Челябинской, Нижегородской, республик Чувашия и Башкортостан. Девять хозяйств, приобретя пробирочную культуру, приступают к ускоренному размножению в лабораторных условиях и теплице.

Для собственных нужд на световых установках из пробирочной культуры по кассетной технологии (площадь питания кассет 5 x 5 см) выращиваем рассаду. Объемы с каждым годом увеличиваем. Если в 2015 г. было выращено 10 тысяч растений, то в 2018 г. их количество увеличили вдвое. Размножаем сорта уральской селекции: Каменский, Ирбитский, Мишка, Люкс и Горняк. Подростшую в течение 3 недель рассаду высаживаем на изолированный осушенный торфяник по схеме 75 x 35 см. Сроки посадки – после 20 июня, когда минует угроза заморозков. Посадку проводим в гребни вручную во влажную почву. Приживаемость рассады высокая – 97–100%.

Для получения высококачественного оригинального семенного материала соблюдаем ряд агротехнических приемов, предупреждающих распространение вирусной, грибной и бактериальной инфекции в полевых условиях. Это изоляция посадок от продовольственного картофеля, борьба с сорняками, окучивание, регулярные фитопрочистки с удалением больных растений с поля, опрыскивание инсектицидно-фунгицидными препаратами против тлей – переносчиков вирусов, колорадского жука и фитофторы. На нашем торфянике из сорной растительности преобладают мокрица, подмаренник цепкий, ромашка, щетинник, лебеда раскидистая, пырей ползучий. Обработку гербицидами проводим, когда рассада пробирочной культуры хорошо приживется, используем препарат титус в дозе 50 г на гектар. Нормы рабочего раствора – 200 л/га.

Через 2 недели после опрыскивания проводим окучивание. При угрозе развития фитофтороза на посадках картофеля проводим профилактическую обработку одним из контактно-системных препаратов: ридомил голд МЦ (2,5 кг/га), акробат МЦ (2 кг/га), улис (0,4 кг/га). Норма рабочего раствора – 400 л/га. Обработку повторяем через 10–12 дней. Против колорадского жука и переносчиков вирусов готовим баковые смеси, добавляя в фунгицид инсектицид актара в дозе 0,06 л/га или каратэ 0,2 л/га.

Уборку проводим по зеленой ботве в последних числах августа. Продуктивность одного куста рассады пробирочных растений варьируется от 300 до 800 г, а коэффициент размножения – от 10 до 16 штук.

В 2017 г. приступили к выращиванию рассады пробирочных растений в горшках в тепличных условиях, на площади 250 м² размещаем 4 тыс. растений. Теплицу покрываем воздухо- и влагопроницаемым укрывным материалом. Температура в теплице незначительно превышает наружную. Полученные в теплице мини-клубни используем на посадку в открытый грунт. Выход клубней с одного растения получен невысокий – 8–12 штук в зависимости от сорта.

Научные сотрудники лаборатории клонального размножения проводят большую работу с кадрами сельхозпредприятий по обучению и внедрению в производство технологии выращивания исходного материала из пробирочной культуры, в том числе и способам ускоренного размножения. Так, используя способ черенкования рассады пробирочной культуры, в 2017 г. в ООО «Картофель» Курганской области от 14 тыс. исходных растений было начереновано и укоренено 70 тыс. черенков, а в 2018 г. от 20 тыс. исходных растений получили 200 тыс. растений (данные Н. А. Немировой – специалиста ООО «Картофель»). После укоренения рассаду высаживают в открытый грунт на поливные участки. Продуктивность одного куста сорта Ред Скарлетт в 2015 г. составила 1000 г, коэффициент размножения – 14–18. Ежегодно, приобретая у нас 4 тыс. пробирочных растений, ОАО «Красноармейское» Челябинской области укореняют 20 тыс. черенков. Стоимость приобретенного растения для хозяйства уменьшается в 5–10 раз. У укорененных черенков есть преимущество по сравнению с растениями пробирочной культуры, они имеют прямостоячий крепкий стебель, а у рассады пробирочной культуры он стелющийся. Это преимущество мы использовали для отработки механизированной посадки рассады картофеля рассадопосадочной машиной. Испытание проводили в 2007 г. в СКПК «Битимский», в 2009 г. – СХПК «Первоуральский» и в 2010–2011 гг. в КФХ «Савченко» Свердловской области. За эти годы была изучена разная высота высаживаемых растений и их приживаемость в открытом грунте. Рассаду картофеля выращивали двумя способами: первый – из пробирочных растений и второй – из отчеренкованных черешков. Применяли кассетную технологию выращивания с площадью питания 3 × 3 см и 5 × 5 см. Посадка рассады, выращенной из пробирочной культуры, оказалась неприемлемой, так как растения переплетались между собой стеблями, и при посадке разделить их было трудно. Кроме того, из-за стелющегося стебля растения на 50% засыпались почвой. А растения из кассет с площадью питания 3 × 3 см ложились в борозду не всегда вниз горшком с корневой системой, а переворачивались из-за большего веса вегетативной массы, поэтому посадки тоже оказались некачественными. Механизированная посадка возможна только из укорененных черешков,

выращенных в кассетах с площадью питания 5 x 5 см. При такой площади питания растения имеют крепкий прямостоячий облиственный стебель с хорошо развитой корневой системой. Посадку проводят на глубину 7–10 см при минимальной высоте растений 12–14 см. Приживаемость растений без полива, но после дождя на серой лесной почве в КФХ «Савченко» в 2011 г. составила 100%, продуктивность одного куста была у сортов Невский и Аврора – 400 г, коэффициент размножения – 12–16. Подсчитано, что при проведении механизированного ухода за посадками затраты ручного труда снижаются в 25–27 раз. С рассады пробирочной культуры в среднем от 40 до 50% получаем клубни массой от 1 до 25 г. Посадка таких клубней вручную отнимает много времени и сил, поэтому мелкие клубеньки были высажены в СХПК «Битимский» на серую лесную почву рассадопосадочной машиной. Средняя масса одного клубенька была 1,3 г. Полевая всхожесть составила 80% при глубине посадки 6–8 см.

В последние годы (2014–2017) в лаборатории микроклонального размножения проводятся исследования по способу получения микроклубней в культуре *in vitro* и их использование в качестве исходного семенного материала в оригинальном семеноводстве картофеля. Объектом исследований были ранний сорт картофеля Каменский и среднеранние сорта Ирбитский и Невский. Изучали влияние продолжительности светового периода (16, 12, 10 и 8 часов) при искусственном освещении лампами ЛД-40 на образование микроклубней. Выявлено, что наибольшее количество растений с клубеньками было получено при 8-часовом световом периоде: у сорта Каменский – 91,8%, сорта Ирбитский – 95%, сорта Невский – 89,7%. Учитывая, что применение искусственного освещения при выращивании микроклубней приводит к удорожанию стоимости клубенька, было изучено образование микроклубней в осенне-зимний период при естественном освещении. Количество растений, образовавших микроклубни в среднем за 2014–2016 гг. у сортов Ирбитский и Невский, оказалось одинаковое – 88,8%, а у сорта Каменский их было 97,4%. Вызывает большой интерес выращивание микроклубней при отсутствии света. Данный способ проводили в два этапа. Первый: черенки пробирочной культуры выращивали в течение 15 суток в условиях 16-часового искусственного освещения под лампами ЛД-40. За этот период растения образовали крупный стебель с мощной корневой системой. На втором этапе растения перенесли в условия полной темноты, которые поспособствовали оттоку ассимилянтов и образованию клубеньков на столонах и стеблях. Микроклубни были получены у 92% растений сортов Каменский, Ирбитский и 72% – у сорта Невский.

Образование клубней и урожай картофельного растения зависит не только от освещения, но и от температуры окружающей среды. Влияние температурного режима на образование микроклубней изучали на типах освещения: искусственном, естественном и в условиях темноты. При искусственном освещении было изучено два ночных температурных параметра: 20–22 °С (контроль) и 16–18 °С, при этом дневную температуру поддерживали на уровне 23–25 °С. В условиях темноты было изучено три параметра: 20–22 °С; 16–18 °С и 12–14 °С. При естественном освещении микроклубни выращивали при среднесуточной температуре 16–18 °С. По результатам трехлетних исследований следует отметить, что наибольшая способность растений к клубнеобразованию

проявляется на всех типах освещения при температуре выращивания 16–18 °С. Так, у растений сорта картофеля Каменский микроклубни образовали при искусственном освещении 88,9% растений, а в условиях темноты и естественного освещения – 97,8%. У контроля этот показатель составил 72%. У контрольного варианта сорта Ирбитский микроклубни получены у 64% растений. А при температуре 16–18 °С выход растений с клубеньками в условиях темноты составил 97,3%, а при естественном освещении – 100%. Сорт картофеля Невский относится к сортам слабообразующим микроклубни в условиях контрольного варианта (искусственное освещение, дневная температура 23–25 °С, ночная 20–22 °С), микроклубни получили лишь у 18% растений. Снижение температуры до 16–18 °С даже в условиях искусственного освещения увеличило количество растений с клубеньками до 77%, в условиях темноты – до 81%, а в условиях естественного освещения до 97%.

Образование микроклубней в культуре *in vitro* зависит не только от внешних факторов, но и от состава питательной среды, а точнее от количественного содержания сахарозы и индуктора клубнеобразования. При проведении лабораторных опытов в течение трех лет с тремя сортами картофеля пришли к выводу о необходимости индивидуального сортового подхода. Установлено, что для раннего сорта картофеля Каменский наиболее оптимальной средой для образования микроклубней является среда МС с содержанием 60 г сахарозы на литр раствора, для среднеранних сортов Ирбитский и Невский – 80 г/л. В качестве регулятора клубнеобразования в питательную среду добавляли оротовую кислоту в дозе 510 мг/л при естественном освещении и 15–25 мг/л при искусственном освещении.

Получение и накопление микроклубней в культуре *in vitro* является одним из перспективных методов в ускоренном размножении и при внедрении нового сорта. В настоящее время для лабораторий, занимающихся выращиванием микроклубеньков, очень важно дать правильную оценку их семенных качеств как исходного материала. А также определить эффективность их использования в первичном семеноводстве. Оценка микроклубней как посадочного материала проводили на торфяных почвах. Микроклубни средней массой 0,2–0,3 г использовали для посадки непосредственно в открытый грунт, а также для выращивания рассады по кассетной технологии с последующей высадкой в поле в качестве одного из вариантов. Микроклубни в питомнике размножения «мини-клубни» сравнивались с меристемными клубнями массой 70–80 г (контроль) и мини-клубнями массой 7–8 г, а также с пробирочной культурой. В среднем за 2014–2016 гг. продолжительность вегетационного периода у вариантов клубневой репродукции составила 74 дня, а у рассадных вариантов – 64 дня. Продуктивность одного куста микроклубней сорта Ирбитский, высаженных в открытый грунт, была 357 г, урожайность – 13,6 т/га, а в контроле, соответственно, 755 г и 28,4 т /га, что в 2,1 раза больше. Существенная разница в урожайности связана, на наш взгляд, с массой посадочного клубня. Средняя масса посадочного меристемного клубня превосходила массу микроклубня в 300–350 раз. Преимущество микроклубней к контролю выразилось лишь в количестве образовавшихся клубней на одно растение. Если у растения контрольного варианта образовалось 7 штук клубней, то у растения микроклубня – 12, что позволило дополнительно получить 150 тысяч штук клубней с гектара посадок.

По продуктивности, урожайности и выходу клубней микроклубни были равноценны пробирочной культуре – стандарту исходного материала, признанного в семеноводстве картофеля. В питомнике «первое клубневое поколение» семенной материал от микроклубней сформировал урожай на 13% больше, чем у контроля и на 10% больше, чем у пробирочной культуры. Общий выход клубней также был больше на 47 тыс. штук, чем у контроля. В питомнике «супер/суперэлита» тенденция к увеличению продуктивности и урожайности у семенного материала от микроклубней сохранилась. Получена достоверная прибавка к контролю урожайности – 8,4 т/га, выхода клубней с гектара посадок – 38 тыс. штук. Показатели продуктивности, урожайности и коэффициента размножения семенного материала микроклубней и пробирочной культуры были равны.

Использование микроклубней массой 0,2–0,3 г требует определения оптимальной площади питания и глубины посадки. Особенности водно-воздушного и теплового режимов торфяных почв делают целесообразной посадки клубней в неглубокий слой. Общим правилом является уменьшение глубины посадки при повышенном количестве осадков и увеличение в засушливые годы. Однако предусмотреть ход метеорологических факторов пока невозможно, поэтому приходится выбирать такую глубину посадки, которая бы обеспечила нормальный рост и развитие растений. Нами была выбрана глубина посадки картофеля сорта Каменский 3–5 см; 6–8 см и 9–11 см (контроль). За три года полевых испытаний по продуктивности, числу клубней на куст, урожайности и выходу клубней с единицы площади преимущество оказалось за неглубокими посадками – 3–5 см, при этом урожайность составила 12,6 т/га, общий выход клубней – 556 тыс. шт./га, а при глубине посадки 9–11 см урожайность была 9,8 т/га, а выход клубней – 397 тыс. шт./га. Сравнительное изучение площади питания картофеля сорта Невский (схема посадки: 75 x 35 см – контроль; 75 x 30 см; 75 x 25 см; 75 x 20 см; 75 x 15 см) показало, что чем меньше площадь питания, тем ниже продуктивность и коэффициент размножения куста. Полученные же результаты урожайности свидетельствуют об обратной закономерности. Так, продуктивность микроклубней, высаженных по схеме 75 x 15 см при вегетационном периоде 73 суток, составила 247 г, количество клубней в гнезде – 10 штук, а при схеме посадки 75 x 35 см (контроль) продуктивность была выше в 1,8 раза и составила 439 г, количество клубней в гнезде было 14 штук. Однако урожайность при уплотненной посадке (75 x 15 см) составила 20,8 т/га, а у контроля – 16,7 т/га, что объясняется количеством высаженных микроклубней на гектар пашни. Средняя масса полученного клубня различалась по вариантам не значительно и составила 25–28 г.

Таким образом, результаты проведенных исследований по способу получения микроклубней в культуре *in vitro* и испытание их в полевых условиях на продуктивные и урожайные качества подтверждают возможность использования микроклубней в качестве исходного материала в оригинальном семеноводстве картофеля на уровне с пробирочной культурой.