УДК 635.21:631.532.2

Н.А. Уразбахтина, К.В. Малютина, Р.Р. Исмагилов, Д.С. Аюпов

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОЗДОРОВЛЕННОГО СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ НА АЭРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ*Ключевые слова: картофель; семенной материал; семеноводство; технология; аэропонная установка.*

Введение. Картофель является одной из важнейших продовольственных культур в Республике Башкортостан, как в целом в Российской Федерации. В хозяйствах всех форм собственности площадь посева картофеля составляет 94 тыс. га. Средняя урожайность клубней сравнительно низкая (12 т/га), что не позволяет обеспечить потребности республики в картофеле для всех направлений использования. Одной из причин сравнительно невысокой урожайности картофеля является использование семенного материала низкого качества, особенно пораженного вирусными болезнями [8]. Поэтому одним из важных резервов повышения урожайности и эффективности возделывания картофеля выступает использование оздоровленного семенного материала на безвирусной основе. Главная задача размножения исходного материала состоит в том, что необходимо добиться максимального коэффициента размножения в условиях минимального риска повторного вирусного заражения и получения посадочного материала пригодного для высадки в открытый грунт [2, 3, 7]. В настоящее время эта задача решается через применение современных методов клонального размножения меристемных микро-растений, а также использования различных технологий круглогодичного размножения исходного материала в условиях закрытых помещений [1, 4].

В семеноводстве картофеля применяют в основном два способа воспроизводства семенного материала: оздоровление на основе культуры тканей и отбор лучших, свободных от инфекций линий; клональное размножение микро-растений

в лабораторных условиях; выращивание оздоровленных мини-клубней в условиях защищенного грунта или в гидропонных модулях; отбор здоровых исходных растений и клонов в полевых условиях на основе визуальных оценок и лабораторных методов тестирования на наличие вирусной, виroidной и бактериальной инфекции [5, 6].

Цель. В связи с этим в ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ и в КФХ «Агли» проводилась освоение и совершенствование технологии производства оздоровленного семенного материала на безвирусной основе.

Материалы и методы. В ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет пробирочные растения и миниклубня выращивали в лаборатории селекции и семеноводства картофеля, а также в лаборатории КФХ «Агли».

Основной принцип аэропонного выращивания растений – это распыление аэрозолем в закрытых или полужакрытых средах питательного, богатого минеральными веществами, водного раствора. Само растение закрепляется опорной системой, а корни просто висят в воздухе, орошаемые питательным раствором. Смесь подается к корням непрерывно или через короткие промежутки времени так, чтобы корни не успевали высохнуть. Листья и ствол растения изолированы от зоны распыления. При таком подходе среда остаётся свободной от вредителей и болезней, связанных с почвой, а значит растения могут расти здоровыми и быстрее, чем растения, выращенные в почве. Использование аэропоники позволяет создавать полностью автомати-

зированные системы выращивания растений, которые значительно проще систем с использованием субстрата. В ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ выращивали миниклубни на фитотроне аэропонном ФТА-60, в КФХ «Агли» в аэропонной установке, собранной самостоятельно сотрудниками хозяйства.

Результаты. Технологический цикл производства оздоровленного семенного картофеля состоял из трех крупных этапов: микроклонирование и выращивание пробирочных растений; выращивание миниклубней на аэропонной установке; посадка клубней картофеля. Черенкование растений картофеля проводили в третьей декаде апреля. Срезали пазушные побеги и на сутки помещали в раствор индолилуксусной кислоты. Затем раствор сливали и растения выдерживают в течение 14–20 дней на водопроводной воде. Смену воды производили через сутки. Черенки находятся в воде до тех пор, пока на их концах не образуется развитая корневая система. Далее до высадки растений в аэропонную установку растения выдерживали в питательном растворе с использованием водорастворимых удобрений марки Basaplant 15-10-15 + МЭ, показания кондуктометра 0,2 м См и pH 7,0–7,1. На 20-е сутки культивации пробирочные растения были пересажены в аэропонную установку.

Как показали исследования важно использовать исходный материал высокого качества. Материал должен быть соответствующим образом проверен на наличие вирусных, виroidных, бактериальных заболеваний, что позволит использовать материал для последующего черенкования в течение года, соответственно, сократить затраты на закупку нового оздоровленного материала.

В дальнейшем оздоровленные растения извлекали пинцетом из пробирок, тщательно отмывали от питательной среды и помещали в аэропонную установку. Далее растение закрепляли на светонепроницаемой крышке сосуда со встроенным сифоном, который периодически наполняется на одну четверть питательным раствором. Стебель и листья при этом находились над крышкой и освещались светом, а корни – под крышкой. При этом 1/5 часть корней находилась в растворе, а остальные корни висели в воздушном пространстве между раствором и крышкой сосуда, где они увлажнялись путём периодического разбрызгивания питательного раствора через форсунки, закрепленные на крышке. Это обеспечивало повышенную влажность воздуха и доступ кислорода в пространство, окружающее корни и образующиеся клубни.

Размеры пробирочных растений были небольшими (длина 10 см, масса 3–5 г.) и для них первые 3 дня культивации являются критическими. В этот период необходим тщательный уход (контроль полива и освещения).

В период культивации растений на аэропонной установке важным является регуляция режима освещения и температуры, состав питательного раствора. Режим освещения в начальный период (1–10 сут.) составлял 24 часа, а с 11-х суток продолжительность освещения была сокращена до 18 часов в сутки. К концу 15-х суток растения набрали вегетативную массу и имели хорошую корневую систему светлого цвета. С 16-х по 24-е сутки продолжительность освещения постепенно сокращалась на 1 час в сутки. К концу этого периода длительность освещения растений составляла 10 часов. В период засыхания нижнего яруса листьев (77–80-е сутки) для стимуляции роста клубней сокращали световую фазу до 6–8 часов, это усиливало отмирание ботвы и стимулировало отток пластических веществ из нее в клубни.

Как указывает Ю.Ц. Мартиросян [5] для первых трех этапов роста картофеля в условиях аэропоники оптимальным температурным режимом является температура 22–24/16–18 °С день/ночь. Во вторую половину вегетации (четвертый и пятый периоды) необходимо снижение температуры выращивания растений до 18–20 °С днем и 14–16 °С ночью.

Питательный раствор готовился на основе существующих растворимых удобрений марки «Basaplant». В первый период культивации растений были использованы растворимые удобрения «Basaplant 15-10-15 + МЭ» и «Basaplant 8-12-24 + МЭ» в соотношении 0,7:0,3. Удельная электрическая проводимость раствора с 1 по 16 сутки составляла 0,8–0,9 миллизименсов (мСм), кислотность (pH) 7,7–6,9. Наблюдалось постепенное снижение кислотности на 14-е сутки до 6,3 и на 16-е сутки – до 5,7. Кислотность систематически доводилась до оптимальной (pH 6,9–6,7) путем добавления водопроводной воды с высоким содержанием солей кальция и пищевой соды. Однако на 13-е сутки было отмечено пожелтение нижних листьев у некоторых растений, а на 15-е сутки количество растений с пожелтевшими листьями увеличилось. Поэтому с 17-х по 20-е сутки была увеличена концентрация питательного раствора, показание кондуктометра составило 1,1 мСм. Для устранения желтого хлороза в питательный раствор был введен железный купорос. Однако, причина крылась в несовершенстве питательного раствора. Так, на 20-е сутки для восполнения недостаю-

щих питательных элементов в питательный раствор были добавлены NPK в виде аммонийной селитры, сульфата калия и двойного суперфосфата, а также микроудобрения – борная кислота и перманганат калия. Удельную электрическую проводимость подняли до 1,8 мСм и поддерживали до 31-х суток.

С 32-х по 51-е сутки было использовано удобрение марки Basaplant 8-12-24 + МЭ, эта форма удобрений содержит мало азота, фосфора и много калия. Показание удельной электрической проводимости раствора составляло 1,8–1,9 мСм, далее концентрацию раствора снижали путем добавления воды до показания удельной электрической проводимости, равной 1,3–1,4 мСм.

В следующий период культивации растений картофеля (с 54-х суток до уборки) было использовано удобрение марки Basaplant 15-5-30. С 54-х по 62-е сутки культивации удельную электрическую проводимость поддерживали на уровне 1,3–1,4 мСм. Далее концентрация питательного раствора постепенно снижалась с 63-х по 74-е сутки и соответственно снижалось показание кондуктометра до 1,1 мСм, с 75-х по 79-е сутки – до 1,0–0,9 мСм. До конца уборки клубней показание удельной электрической проводимости раствора поддерживалось постоянной (0,7–0,9 мСм).

Замеры концентрации необходимо проводить ежедневно и при ее изменении добавлять удобрение или воду, кислотность рабочего раствора также необходимо контролировать и в случае необходимости менять питательный раствор или корректировать путем добавления пищевой соды или фосфорной кислоты. Оптимальная кислотность для культивации растений картофеля должна поддерживаться на уровне 6,8–7,4. Смену питательного раствора необходимо производить не реже 2 раз в месяц.

С 96-го дня культивации начали поэтапную уборку миниклубней картофеля. Максимальная масса клубней была 78 г. На 108-е сутки полностью завершили уборку. Клубни промывали в мыльном растворе, разделяли по размеру, тщательно просушивали и укладывали в ящики на хранение. Хранили клубни при температуре 1–4 °С и умеренной влажности воздуха. В период хранения проводили наблюдения за состоянием клубней. Перед посадкой в открытый грунт мини-клубни прогревали в течение двух недель при температуре 15–22 °С. После уборки клубней аэропонная установка была тщательно отмыта, система полива и дренажа промыта раствором ЭДТА, затем несколько раз чистой водой.

Выводы. Технология аэропонного выращивания семенного картофеля – безопасный и экологически чистый способ получения миниклубней. По сравнению с обычным выращиванием растений, аэропоника требует меньше воды и затрат энергии на объем семенного материала. Аэропоника оптимизирует доступ воздуха, в том числе углекислого газа для роста растений картофеля, в отличие от методов с использованием субстрата. В аэропонике можно предупредить передачу инфекции путём быстрой изоляции зараженного места, данная технология исключает заболевание растений почвенными а также повреждение почвенными вредителями.

Как показала практика в КФХ «Агли» для аэропонного выращивания семенного картофеля необходимо светлое помещение с кафельным полом и моющимися стенами для облегчения его обработки. Помещение должно быть снабжено системой отопления и вентиляции. Корпус аэропонных установок должен быть выполнен из металлоконструкций.

Библиографический список

1. Анисимов, Б.В. Инновации в системе клонального микроразмножения картофеля [Текст] / Б.В. Анисимов, Д.В. Смолеговец // Картофель и овощи. 2008. № 4. С. 26–27.
2. Анисимов, Б.В. Эффективность различных схем последовательного технологического процесса оригинального семеноводства картофеля [Текст] / Б.В. Анисимов, Е.А. Симаков, Е.В. Овэс, С.М. Юрлова, В.С. Чугунов, О.Н. Шатилова // Современная индустрия картофеля: состояние и перспективы развития. Материалы VI межрегиональной научно-практической конференции. Чебоксары, 2014. С. 97–105.
3. Безвирусное семеноводство картофеля (рекомендации) [Текст] / Л.Н. Трофимец, В.В. Бой-

- ко, Б.В. Анисимов, В.П. Князева, Н.А. Фенина и др. М., ВО «Агропромиздат», 1990. 32 с.
4. Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля (рекомендации) [Текст] / Л.Н. Трофимец, В.В. Бойко, Т.В. Зейрук, Б.В. Анисимов, В.П. Князева и др. М., ВО «Агропромиздат», 1988. 34 с.
5. Мартиросян, Ю.Ц. Аэропонные технологии в первичном семеноводстве картофеля – преимущества и перспективы [Текст] / Ю.Ц. Мартиросян // Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля. Материалы международной научно-практической конференции. Сборник научных трудов. Сер. «Картофелеводство» 2014. С. 175–179.

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

7. Рекомендации по технологии выращивания in vitro микроклубней и их использования в процессе оригинального семеноводства (рекомендации) [Текст] / Россельхозакадемия, ВНИИКС; Б.В. Анисимов, Д.В. Смолеговец, О.Н. Шатилова. М., 2009. 21 с.

8. Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан [Текст] / Гусманов У.Г., Ахатова И.А., Исаев Э.Ф., Исмагилов Р.Р., Баширов Р.М., Ильязов Р.Г., Гусманов Р.У., Гусманов Р.У., Шутьков У.Г., Коваленко Н.А. Российская академия сельскохозяйственных наук, Академия Наук РБ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет Башкирский НИИ сельского хозяйства РАСХН. Уфа, 2012.

Сведения об авторах

1. **Уразбахтина Нурия Анасовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, с.н.с. лаборатории биохимического анализа и биотехнологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-07-34.

2. **Малютина Катерина Валерьевна**, аспирант кафедры растениеводства и земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-07-34, e-mail: katara.malyutina@yandex.ru.

3. **Исмагилов Рафаэль Ришатович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства и земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-07-34, e-mail: ismagilovr_bsau@mail.ru.

4. **Аюпов Даян Султанович**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лаборатории биохимического анализа и биотехнологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: +7 (347) 228-07-34, e-mail: labbsau@yandex.ru.

Изложены основные параметры технологии выращивания семенного картофеля на безвирусной основе с использованием аэропонной установки. Показаны преимущества и указаны прак-

тические предложения по совершенствованию организации аэропонаго выращивания семенного картофеля.

N.Urazbakhtina, K. Malyutina, R. Ismagilov, D. Ayupov

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF IMPROVED SEED POTATO AEROPONIC INSTALLATION

Key words: *potato; seed; seed production; technology; aeroponic setup.*

Authors' personal details

1. **Urazbakhtina Nuria**, Candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of biochemical analysis and biotechnology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University». Ufa, 50-letiya Ocyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-07-34.

2. **Malyutina Katerina**, Graduate of the Department of plant agriculture of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University». Ufa, 50-letiya Ocyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-07-34, e-mail: katara.malyutina@yandex.ru.

3. **Ismagilov Rafael**, Doctor of agricultural sciences, Professor, Department of plant agriculture of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University». Ufa, 50-letiya Ocyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-07-34, e-mail: ismagilovr_bsau@mail.ru.

4. **Ayupov Diane**, Candidate of agricultural sciences, head Laboratory of biochemical analysis and biotechnology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University». Ufa, 50-letiya Ocyabrya St., 34, phone: +7 (347) 228-07-34, e-mail: labbsau@yandex.ru.

Set out the basic parameters of the technology of cultivation of seed potatoes on virus-free basis using Aeroponni installation. The advantages and

provided practical suggestions for improving aeroponika cultivation of seed potatoes.

© Уразбахтина Н.А., Малютина К.В., Исмагилов Р.Р., Аюпов Д.С.