

ББК 28.5+42.151

УДК 582.951.4

*К. Ю. Гусева, И. Д. Бородулина, Е. П. Мякишева, О. К. Таварткиладзе***Изучение ризогенеза сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro****K.Yu. Guseva, I.D. Borodulina, E.P. Myakisheva, O.K. Tavartkiladze***The Study of Rhizogenes of Potato Varieties (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro***

Изучено влияние типа и концентрации ауксина на укоренение *in vitro* четырех сортов картофеля — Адретта, Ред Скарлетт, Кузнечанка и Тулеевский. Определены сортовые особенности, выявлен оптимальный тип ауксина (НУК) и его концентрации (0,5 и 1,5 мкМ) для укоренения всех сортов картофеля.

Ключевые слова: картофель, укоренение *in vitro*, ризогенез, тип и концентрация ауксина.

DOI 10.14258/izvasu(2013)3.2-13

Картофель — одна из важнейших сельскохозяйственных культур, используемая для продовольственных и кормовых целей, а также для перерабатывающей промышленности. На сегодняшний день имеющийся сортимент картофеля и его качество не в полной мере удовлетворяют запросы товаропроизводителей [1, с. 3]. Увеличение количества оздоровленного материала возможно за счет размножения мини-растений *in vitro* и повышения продуктивности пробирочных растений в условиях *in vivo*. По этой проблеме накоплен достаточно обширный научный материал [2, с. 3; 3, с. 30; 4, с. 89]. Однако имеющиеся в настоящее время рекомендации по технологии выращивания оздоровленного посадочного материала картофеля в значительной мере противоречивы [1, с. 3].

Целью исследования явилось изучение влияния типа и концентрации ауксина на ризогенез картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro*.

Объекты и методы исследования. Объектом для исследования стали четыре сорта картофеля: раннеспелый — Ред Скарлетт (Голландия); среднеранние — Адретта (Германия) и Кузнечанка (Кемеровский НИИСХ) и Тулеевский (Кемеровский НИИСХ и ВНИИКС). Данные сорта были выбраны вследствие их высоких вкусовых качеств, повышенной урожайности, крупноплодности. Все сорта внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ.

Метод работы основывался на общепринятых классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений. В качестве эксплантов использовали микрочеренки с 1–2-пазушными почка-

The influence of type and concentration of auxin on rooting four potato varieties — Adretta, Red Scarlet, Kuznechanka and Tuleevsky *in vitro* is studied. Varietal characteristics are defined, the optimal type of the auxin (NAA) and its concentration (0.5 and 1.5 mM) for rooting all potato varieties is identified.

Key words: potatoes, *in vitro* rooting, rhizogenes, type and concentration of the auxin.

ми и верхушки микропобегов с растений, введенных в культуру *in vitro*. Укоренение микрорастений проводили на агаризованной питательной среде по прописи Мурасиге и Скуга (МС), дополненной для индукции ризогенеза ауксинами — α -нафтилуксусной (НУК), β -индолилмасляной (ИМК), β -индолилпропионовой (ИПК) и триодбензойной (ТИБК) кислотами в различных концентрациях — 0,1; 0,5; 1,5; 3,0 и 5,0 мкМ.

Экспланты культивировали в следующих условиях: фотопериод 16/8 ч. свет/темнота, освещенность 2–3 клк, температура — 24±1 °С. Длительность пассажа составляла 25–30 дней. Через 20 суток фиксировали следующие показания: количество корней, шт./экспл.; длина корней, см; высота побега, см; количество листьев на побеге, шт./экспл.; наличие каллуса +/- . Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследований и их обсуждение. Получение растений с хорошо сформированной корневой системой является важным этапом клонального микроразмножения. Известно, что ауксины — стимуляторы процесса ризогенеза у растений в условиях *in vitro* [1, с. 16; 5, с. 6]. Нами было изучено влияние четырех ауксинов (НУК, ИМК, ИПК и ТИБК) на корнеобразовательную и морфогенетическую способность четырех сортов картофеля (Адретта, Кузнечанка, Ред Скарлетт и Тулеевский) в культуре ткани. Полученные данные по применению разных типов ауксинов для укоренения сортов картофеля показали, что использование НУК и ИМК в качестве индукторов ризогенеза давало 100-процентное укоренение.

нение через 20 суток всех изучаемых сортов во всех вариантах концентраций (от 0,1 до 5,0 мкМ) (см. таблицу). Включение в питательную среду таких регуляторов роста как ИПК и ТИБК, не было столь успешным: 10-процентное укоренение наблюдалось только у двух сортов — Ред Скарлетт (с ИПК) и Тулеевского (с ТИБК). В остальных случаях — от 58% (Адретта — на питательной среде с ТИБК) до 94% (Тулеевский — на питательной среде с ИПК).

Укоренение сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре *in vitro*

Сорт	Укоренение, %			
	НУК	ИМК	ИПК	ТИБК
Ред Скарлетт	100	100	100	90
Адретта	100	100	78	58
Кузнечанка	100	100	82	78
Тулеевский	100	100	94	100

Аналогичная тенденция сохранялась и при образовании корней на мини-растениях картофеля. Так, максимальное их количество в среднем по сортам наблюдалось в варианте с 1,5 мкМ

НУК — $15,8 \pm 1,4$ шт./экспл. Та же концентрация, но с другими типами ауксинов (ИМК, ИПК, ТИБК) снижала образование корней на 4,9 шт./экспл. ($10,9 \pm 1,1$ шт./экспл. — с ИМК), 11,7 шт./экспл. ($4,1 \pm 0,8$ — с ИПК) и 13,3 шт./экспл. ($2,6 \pm 0,7$ шт./экспл. — с ТИБК).

Использование НУК на этапе укоренения в концентрации 0,1; 0,5; 1,5; 3,0 и 5,0 мкМ вызывало в среднем образование $13,0 \pm 0,5$ шт./экспл. корней; ИМК индуцировала $10,6 \pm 1,3$ шт./экспл.; ИПК — $4,8 \pm 0,9$ шт./экспл.; ТИБК — $5,4 \pm 0,8$ шт./экспл.

Сравнение двух регуляторов ауксинового типа, НУК и ИМК, показало преимущество использования НУК в качестве индуктора ризогенеза для всех сортов картофеля в концентрации 1,5 мкМ (рис. 1), что способствовало образованию в среднем по сортам $15,8 \pm 1,4$ шт./экспл. корней. Уменьшение (0,1 мкМ) и увеличение (3,0 и 5,0 мкМ) концентрации этого регулятора вызывало в первом случае недостаточную индукцию корнеобразования ($7,5 \pm 0,9$ корней), а во втором — частичное ингибирование этого процесса (11,8–14,3 корня). Кроме того, некоторые авторы [1, с. 19] отмечают, что высокие концентрации фитогормонов могут вызывать мутации у растений в культуре ткани.

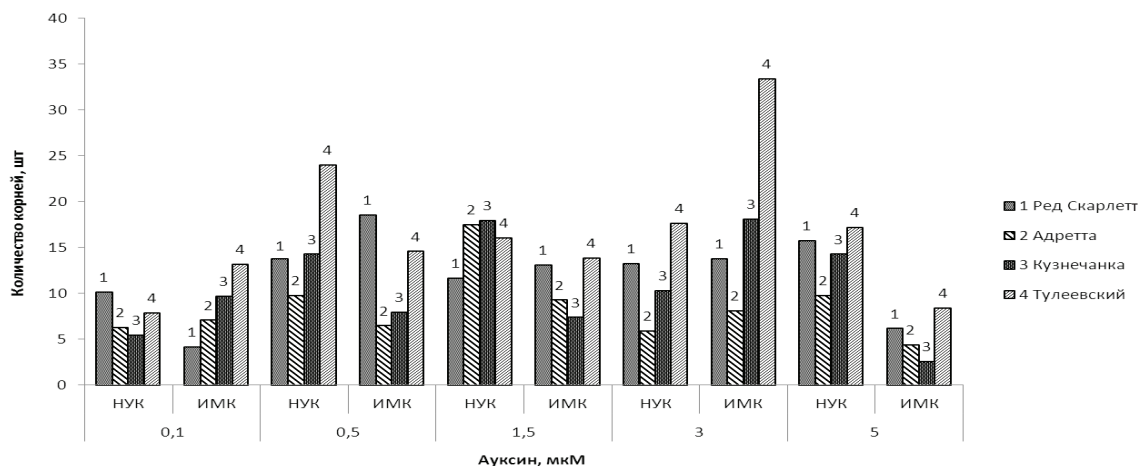


Рис. 1. Влияние типа и концентрации ауксина на ризогенез сортов картофеля в культуре *in vitro*

Анализ длины образовавшихся корней выявил, что самые длинные корни наблюдались в вариантах с использованием ИМК — в среднем $3,2 \pm 0,8$ см (рис. 2). В вариантах с ТИБК, ИПК и НУК длина корней была короче на 0,7–1,4 см. Отмечено, что включение ИМК в состав питательной среды даже в незначительных количествах вызывало хороший рост корней. Так, в варианте с 0,1 мкМ средняя длина корней по всем четырем сортам составила $3,8 \pm 0,8$ см; с 0,5 мкМ — $3,9 \pm 0,5$ см; с 1,5 мкМ — $3,3 \pm 0,6$ см. Аналогичные концентрации НУК индуцировали рост образовавшихся корней, но не столь интенсивно. При 0,1 мкМ НУК

средняя по сортам длина корней была всего $1,4 \pm 0,3$ см; при 0,5 и 1,5 мкМ — по $2,3 \pm 0,4$ см. Дальнейшее увеличение концентрации (до 3,0 и 5,0 мкМ) как ИМК, так и НУК не давало достаточного прироста образующихся корней (в среднем 1,1–2,6 см). Очевидно, что вся сила индукторов направлена в первую очередь на стимуляцию образования новых корней, а затем уже на их рост.

На этапе укоренения следует обращать внимание и на формирование так называемой надземной части микрорастений, поскольку в дальнейшем от этого будет зависеть успех при адаптации пробирочных расте-

ний к нестерильным условиям *in vivo*. Проведенный анализ высоты побега укореняемых сортов картофеля выявил, что самые длинные побеги отмечались на питательных средах с ИМК во всех вариантных концентрациях — в среднем по сортам $6,9 \pm 0,5$ см; в 1,5–2 раза короче с использованием ТИБК ($4,5 \pm 0,3$ см), НУК ($4,2 \pm 0,4$ см) и ИПК ($3,4 \pm 0,2$ см).

Наиболее облиственные побеги отмечались также в вариантах с использованием ИМК — в среднем $12,1 \pm 1,2$ шт./экспл. листьев. Почти такое же количество листьев на побегах мини-растений наблюдалось в вариантах с ТИБК ($11,9 \pm 0,9$ шт./экспл.). На 3,5–3,8 листьев меньше формировалось в присутствии НУК ($8,6 \pm 0,5$ шт./экспл.) и ИПК ($8,3 \pm 0,7$ шт./экспл.).

Сравнительный анализ ризогенеза мини-растений четырех сортов картофеля показал, что сорт

Тулеевский укоренялся на 100% почти со всеми испытуемыми ауксинами, за исключением ИПК (94%) (табл.). В вариантах с 0,1; 0,5 и 1,5 мкМ ИПК укоренение этого сорта составляло 90%. Незначительно уступал Тулеевскому сорт Ред Скарлетт, который укоренялся в присутствии всех исследуемых регуляторов роста на 90% (с ТИБК) и 100% (НУК, ИМК, ИПК). Сорта Адретта и Кузнечанка имели 100-процентное укоренение при использовании НУК и ИМК. На питательных средах с ИПК и ТИБК укоренение этих сортов было не столь успешным: Адретта — 78 и 58% соответственно, Кузнечанка — 82 и 78%. В вариантных концентрациях регуляторов роста также отмечено, что сорт Тулеевский имел в подавляющем большинстве случаев максимальные показатели числа и длины корней (рис. 1 и 2), высоты и облиственности побега.

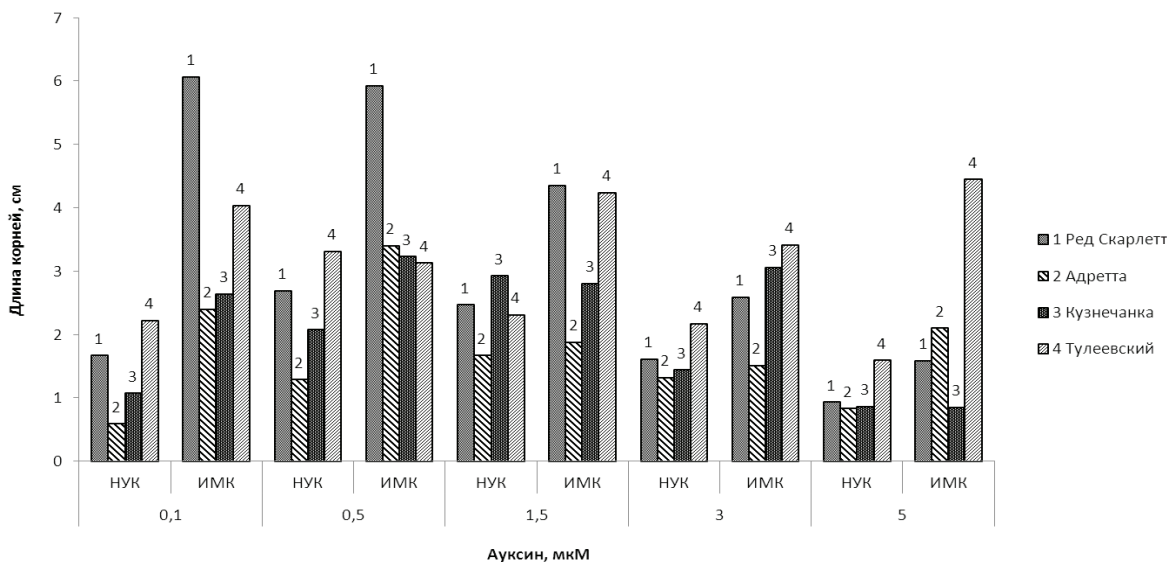


Рис. 2. Влияние типа и концентрации ауксина на длину корней сортов картофеля при укоренении *in vitro*

Наблюдаемые различия в реакции сортов с разной регенеративной способностью на изменение концентраций и типов ауксинов в питательной среде, с одной стороны, можно объяснить различным их гормональным статусом. Ю. Н. Федорова отмечает, что такие различия могут быть обусловлены разным соотношением эндогенных фитогормонов или переходом их в связанную форму, или различиями в скорости разрушения фитогормонов, а также отличиями в проницаемости мембран этих сортов для экзогенных фитогормонов [1, с. 14].

У сорта Ред Скарлетт максимальное количество ($18,6 \pm 1,1$ шт./экспл.) длинных ($5,9 \pm 0,2$ см) корней образовывалось в варианте с 0,5 мкМ ИМК. В присутствии 1,5 и 3,0 мкМ этого регулятора количество корней также было большим ($13,1 \pm 0,3$ и $13,8 \pm 0,9$ шт./экспл. соответственно), но длина их уменьшалась с увеличением концентрации аук-

сина в питательной среде — $4,3 \pm 0,1$ и $2,6 \pm 0,1$ см соответственно. Укоренение этого сорта на НУК давало хорошие результаты, но они были несколько ниже по сравнению с ИМК. Так, $15,8 \pm 2,0$ шт./экспл. корней образовывалось в варианте с 5,0 мкМ НУК, при этом их длина составила около 1 см, в вариантах с 0,5 и 3,0 мкМ НУК образование корней шло практически на одном уровне ($13,8 \pm 2,6$ и $13,3 \pm 3,0$ шт./экспл.), но их длина снижалась с повышением концентрации ауксина в питательной среде с 2,5 до 1,6 см.

У Адретты максимальные показатели числа корней были зафиксированы в варианте с 1,5 мкМ НУК — $17,5 \pm 2,0$ шт./экспл. В остальных случаях образовывалось около 10 шт./экспл. корней, причем как при использовании НУК, так и ИМК. Длина корней у этого сорта при укоренении *in vitro* на всех типах ауксинов была небольшая — около 1,0–2,0 см.

Максимальное количество (по 18,0 шт./экспл.) и длина (около 3,0 см) корней у сорта Кузнечанка отмечались при 1,5 мкМ НУК и 3,0 мкМ ИМК. С другими типами ауксинов количество корней уменьшалось в 1,5–2 раза, а также и их длина.

У сорта Тулеевский максимальное количество корней ($33,4 \pm 1,0$ шт./экспл.) фиксировалось при 3,0 мкМ ИМК, на 9,4 корня меньше ($24,0 \pm 2,1$ шт./экспл.) — с 0,5 мкМ НУК. При этом длина корней была практически одинаковой — $3,4 \pm 0,2$ и $3,3 \pm 0,5$ см соответственно.

Таким образом, анализ влияния типа и концентрации ауксина на ризогенез и морфологию растений-регенерантов четырех сортов картофеля показал, что лучшим индуктором корнеобразования из исследуемых ауксинов является НУК в концентрации 0,5 и 1,5 мкМ (количество корней $15,5 \pm 2,7$

и $15,8 \pm 1,4$ шт./экспл.; длина корней — по $2,3 \pm 0,4$ см). При этом высота пробирочных растений составляла $5,7 \pm 0,8$ и $4,6 \pm 0,9$ см соответственно. Такие растения имели компактную форму со множеством корней. ИМК несколько слабее индуцировала ризогенез по сравнению с НУК, но активнее влияла на рост корней и побегов мини-растений, а также их облиственность (высота побегов — $6,9 \pm 0,5$ см; количество листьев — $12,1 \pm 0,6$ шт./экспл.). Использование ИПК и ТИБК значительно снижало корнеобразовательную способность в 2,4–2,6 раза. При выявленных общих закономерностях ответной реакции сортов картофеля на экзогенное внесение ауксинов сохранялась их сортоспецифичность в культуре *in vitro*. Сорта Ред Скарлетт и Тулеевский лучше укоренялись на питательных средах с ИМК в концентрации 0,5–3,0 мкМ; Адретта и Кузнечанка — с 0,5 и 1,5 мкМ НУК.

Библиографический список

1. Федорова Ю.Н. Повышение эффективности производства семенного картофеля путем оптимизации параметров тканевой технологии в условиях Северо-Западной зоны Российской Федерации : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. — Брянск, 2011.
2. Кокшарова Г.И. Способы оздоровления и ускоренного размножения семенного картофеля : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Тюмень, 2004.
3. Салимов А.Ф., Назарова Н.Н., Мирзохонова Г.О., Алиева С.К. Выращивание безвирусного семенного картофеля в условиях Таджикистана. — Душанбе, 2007.
4. Толмачева И., Анненков Б. Управление качеством продовольственных товаров при использовании современных биотехнологий // Вестник ХГАЭП. — 2008. — № 6.
5. Пронина И.Н. Оптимизация процесса ризогенеза подвоев и сортов яблони и груши *in vitro* : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Мичуринск, 2008.