УДК 631.8:634.7

Влияние биопрепаратов на параметры корневой системы одревесневших черенков черной смородины (*Ribes nigrum* L.)

Ладыженская О.В., Аниськина Т.С., Донских В.Г.

ГБС им. Н.В. Цицина РАН

Аннотация

Смородина черная (*Ribes nigrum* L.) является одной из распространённых ягодных культур на территории России. Потребность в посадочном материале черной смородины ежегодно возрастает, так как площади под закладку промышленных плантаций увеличиваются. Цель нашего исследования состоит в оценке влияния комбинаций биопрепаратов на укореняемость черенков и параметры корневой системы черной смородины. Объектами исследования являются сорта черной смородины – Дар Смольяниновой, Севчанка, Ядреная. В исследовании два варианта комбинаций биопрепаратов: препарат на основе *Trichoderma viride* + вода и совместное применение препаратов, в составе которых *Trichoderma viride* и *Pseudomonas fluorescens*. Опыт проведен в 2021 году в Московском регионе. Установлено, что достоверного влияния препаратов на увеличение объема корневой системы и длины корней нет. Коэффициенты вариации для исследуемых сортов по объему корневой системы и по длине очень высокие, что не делает посадочный материал выровненным по данным показателям.

Ключевые слова: ЧЕРНАЯ СМОРОДИНА, RIBES NIGRUM, ЧЕРЕНКОВАНИЕ, РАЗМНОЖЕНИЕ, УКОРЕНЯЕМОСТЬ, БИОПРЕПАРАТЫ, TRICHODERMA VIRIDE, PSEUDOMONAS FLUORESCENS

Введение

Смородина черная (*Ribes nigrum* L.) является одной из распространённых ягодных культур на территории Российской Федерации. Помимо содержания большого количества витаминов и биологически активных веществ в ягодах, ценность культуры возрастает за счет высокого адаптационного потенциала [1].

Потребность в посадочном материале черной смородины ежегодно возрастает, так как площади под закладку промышленных плантаций увеличиваются. Ранее, в питомниках для получения саженцев черной смородины использовали способ размножения горизонтальными отводками, однако выход посадочного материала был недостаточно велик [2]. При использовании метода зеленого черенкования для укоренения большинства сортов черной смородины, получали высокий коэффициент размножения, однако данный способ размножения является трудо- и финансово затратным [3]. Для получения высокого коэффициента размножения также используют метод клонального микроразмножения (размножение в культуре *in vitro*) черной смородины [4]. Однако менее затратным и более перспективным способом получения посадочного материала черной смородины является размножение одревесневшими черенками [5].

Использование биологической защиты при укоренении черенков и выращивании саженцев, одно из актуальных направлений, так как во всех странах мира все больше возрастает спрос на получение экологически чистой продукции [6].

Страны ЕС и США готовы приобретать органическую продукцию из России. Однако мы на данном этапе не можем поставлять её в необходимом количестве, так как основной задачей является обеспечение собственных нужд страны. Нашим основным конкурентом является Украина, которая, обладая многолетним опытом, разработала систему биологической защиты растений в соответствии с требованиями стандартов [7]. Если в нашей стране получится выработать подобную систему биологической защиты, то мы станем достаточно конкурентноспособными и повысим наши позиции на мировом рынке.

Использование биопрепаратов на основе *Trichoderma viride* и *Pseudomonas fluorescens* широко применяется в мире с целью защиты черенков и саженцев от грибных и бактериальных заболеваний [8]. Данное направление может поспособствовать биологизации в российском питомниководстве, тем самым решая одну из проблем отрасли при снятии пестицидной нагрузки.

Препараты, содержащие *Trichoderma viride* хорошо зарекомендовали себя при стеблевом черенковании, например, обработка ими черенков стевии (*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl.) показывает лучшие параметры роста побегов и корней, а также процент приживаемости в открытом грунте [9]. При укоренении черенков граната также отмечен высокий коэффициент укореняемости, большее количество листьев на побег, длина,

диаметр корней и их количество на черенок, но при добавлении препарата *Pseudomonas fluorescens* показатели снизились [10]. Также в литературных данных было отмечено, что *Trichoderma viride* оказывает значительное влияние на укоренение черенков брусники [11].

Препараты - биоинокулянты на основе *Pseudomonas fluorescens* и *Trichoderma viride* успешно применяют для улучшения биотизации растительного материала, выращенного in vitro, после пересадки в почвенную смесь [12].

Целью нашего исследования является сравнение биопрепаратов МИКС ТРИКС Триходерма и МИКС ТРИКС Псевдоманада и оценка их влияния на параметры корневой системы одревесневших черенков смородины черной.

Материалы и методика

Исследование по черенкованию проводили в 2021 году в питомнике LOVE berry (Московская область). В качестве объектов для тестирования препаратов выбраны 3 сорта черной смородины – Дар Смольяниновой, Севчанка и Ядреная. Предметом изучения стали комбинации биопрепаратов МИКС ТРИКС Триходерма (клетки грибов *Trichoderma viride* в концентрации (титр) не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г, хитозан, торф, органические компоненты) и МИКС ТРИКС Псевдоманада (клетки бактерий *Pseudomonas fluorescens* в концентрации не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл, органические компоненты).

Черенки для опыта нарезали в конце апреля с пятилетних маточников, половину черенков с двух сортов замочили в воде на 8 часов, а вторую часть - на такое же количество времени поместили в жидкий препарат МИКС ТРИКС Псевдоманада (МТП). Затем все черенки опудрили порошком препарата МИКС ТРИКС Триходерма (МТТ) и высадили в ящики, заполненные торфом. Влажность субстрата поддерживали на уровне 75-85%. В сентябре отмыли корни от субстрата, измерили длину корней, а затем и их объем, погружением корней в мерную колбу с водой.

Для проведения статистических расчетов воспользовались пакетом Microsoft Excel. Укореняемость черенков рассчитали, как отношение укоренившихся черенков к общему количеству черенков в данном варианте опыта. Установили средние арифметические признаков с учетом доверительного интервала, где критерий t-Стьюдента = 1,96 с вероятностью 95%, т.к. объем каждой выборки был более 30 единиц укоренившихся черенков [13]. Установили интервалы для модальных классов переменных значений

признаков. Определили коэффициенты вариации в выборках, применив стандартный расчет вычисления корня из дисперсии. Уровни вариации распределили, опираясь на шкалу уровней изменчивости С.А. Мамаева [14]: очень низкий уровень изменчивости составляет 7-15% вариации, средний – 16-25%, повышенный – 26-35%, высокий – 36-50% и очень высокий – более 50% вариации. Для того, чтобы выявить достоверные различия между выборками, воспользовались методом Манна-Уитни, так как установить нормальность распределения выборки не удалось, в связи с чем и применение дисперсионных анализов не оказалось возможным.

Результаты и их обсуждение

После применения биопрепаратов на сортах черной смородины установили (табл. 1), что сорт Дар Смольяниновой показал 59% укореняемости в МТТ+вода и 57% в МТТ + МТП, сорт Севчанка так же лучше отреагировал на МТТ+вода (63% против 57%), а у сорта Ядреная эти показатели равны 53%.

Таблица 1. Показатели длины и объема корней у сортов смородины черной при применении биопрепаратов.

Название признака	Название сорта	Комбинация препаратов	Средняя арифметическая	Коэффициент вариации признака, %
Объем корней, мл	Дар Смольяниновой	МТТ + вода	7,8±2,0 мл	71,9
		МТТ + МТП	8,0±2,0 мл	68,6
	Севчанка	МТТ + вода	8,5±1,7 мл	62,9
		МТТ + МТП	7,6±1,7 мл	67,1
	Ядреная	МТТ + вода	11,5±3,7 мл	46,9
		МТТ + МТП	9,9±4,1 мл	35,7
Длина корней, см	Дар Смольяниновой	МТТ + вода	19,7±3,6 см	52,0
		МТТ + МТП	21,0±3,3 см	43,3
	Севчанка	МТТ + вода	18,7±3,0 см	48,6
		МТТ + МТП	23,3±3,6 см	45,3
	Ядреная	МТТ + вода	22,4±3,3 см	21,5
		МТТ + МТП	17,0±4,2 см	35,7

Визуальный осмотр показал, что образцы сильно варьируют по объему корней и длине, поэтому было решено рассчитать коэффициенты вариации данных признаков. Оказалось, что у сорта Дар Смольяниновой очень высокая изменчивость (более 50%) объема корней в МТТ+вода (71,9%) и в МТТ + МТП (68,6%), а также длины корней в

МТТ+вода (52%), в МТТ + МТП вариация высокая и составляет 43,3%. т.е. получение однородного посадочного материала по параметрам корневой системы у данного сорта затруднено. Касательно сорта Севчанка, отмечена очень высокая вариация как объема (62,9% в МТТ + вода, 67,1% в МТТ + МТП), так и длины корневой системы – 48,6% и 45,3% (МТТ + вода и МТТ + МТП соответственно). Аналогичная изменчивость и у сорта Ядреная.

На рис. 1 видно, что модальные классы объема корневой системы сорта Дар Смольяниновой в МТТ+вода находятся в интервале 1-4 мл (32% выборки) и 5-8 мл (32% выборки), а в МТТ+МТП – 1-4 мл (37% выборки). У сорта Севчанка модальным классом является интервал 9-12 мл (37% выборки) в МТТ+вода, а в МТТ+МТП – 1-4 мл (33%).

Рис. 1. Процентное соотношение объема корневой системы сортов черной смородины

На рис. 2 показано, что при применении биопрепаратов чаще всего длина корней у сорта Дар Смольяниновой составляет 18-25 см (45% черенков в МТТ+вода и 40% черенков в МТТ+МТП). У сорта Севчанка при обработке МТТ + вода 31% черенков имеют длину корневой системы в интервале от 10 до 17 см, при обработке МТТ+МТП – 30% черенков с длиной корневой системы 26-33%.

Для того чтобы определить влияние биопрепаратов, мы проверили выборки на нормальность распределения, так как это необходимое условие для того, чтобы воспользоваться методами дисперсионных анализов, но нормальное распределение подтверждено не было. Поэтому мы воспользовались алгоритмом Манна-Уитни для сравнения выборок, выяснилось следующее:

- применение МТТ+вода и МТТ+МТП не имеет достоверных различий, т.к. обе выборки статистически схожи, и использование более дорогого комплекса МТТ+МТП не оправдано для сорта Дар Смольяниновой, как с целью увеличения объема корневой системы, так и для изменения длины корневой системы. Двусторонние критерии Манна-Уитни не выходят за пределы табличных критериев.

- обе комбинации оказывают одинаковое воздействие на объем корневой системы у сорта Севчанка (фактические критерии Манна-Уитни не выходят за пределы стандартных), но обнаружено достоверное влияние на длину корней. В случае обработки МТТ+МТП длина корней составляет $23,3 \pm 3,6$ см, а при обработке МТТ+вода - $18,7 \pm 3,0$ см.

- достоверных различий в выборках черенков сорта Ядреная при применении обеих комбинаций не выявлено как на длине корневой системы, так и на объеме, т.к. двусторонние критерии Манна-Уитни не выходят за пределы табличных критериев.

Рис. 2. Процентное соотношение черенков сортов черной смородины по длине корневой системы

Практическое значение нашего исследования заключается в том, что проведенное исследование говорит о нецелесообразности как совместного использования препаратов, так и по отдельности использования *Trichoderma viride* с целью получения выравненного посадочного материала.

К новизне работы можно отнести то, что проведенных работ по изучению влияния комбинации исследуемых препаратов на влияние параметров черенков черной смородины

на данный момент нет, мы рекомендуем продолжить исследование биопрепаратов на черной смородине, но пока положительного воздействия на своих выборках мы не обнаружили.

Выводы

Проведено сравнение влияния биопрепаратов МИКС ТРИКС Триходерма и МИКС ТРИКС Псевдоманада на параметры корневой системы и укореняемость одревесневших черенков черной смородины. Доказано, что достоверного влияния препаратов на увеличение объема корневой системы и длины корней нет. Проведя выборку на нормальность распределения, для определения влияния препаратов, подтверждение указанного получено не было. Комплексы препаратов МТТ+вода и МТТ+МТП не имеют достоверных различий, а значит использование более дорогостоящего варианта абсолютно нецелесообразно. При укореняемости черенков черной смородины были получены удовлетворительные результаты, однако рекомендовано провести исследование с использованием каждого препарата по отдельности для более детального изучения данного вопроса.

Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», номер госрегистрации 18-118021490111-5.

Список использованных источников

1. Клинг А.П., Кумпан В.М., Макарова М.В., Жучкова А.В. Сравнительная оценка укоренения смородины черной зелеными черенками // Вестник Омского государственного Аграрного Университета. – 2020. - № 4. - С. 29-33.
2. Кандаурова В.В., Северин В.Ф. Исследования возможности выращивания стандартных саженцев смородины черной из одревесневших черенков за один год // Вестник Алтайского государственного Аграрного Университета. – 2007. - №7. - С. 33.
3. Кумпан В.Н., Ярцева Л.А. Влияние сортовых особенностей на регенерационную способность зеленых черенков смородины черной // Вестник Омского ГАУ. – 2020. – № 2(38). – С. 67–75.
4. Гусева К.Ю. Клональное микроразмножение смородины черной // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2020. - № 19-2. - С. 5-10.
5. Ладыженская О.В., Аниськина Т.С., Крючкова В.А. Выращивание саженцев

смородины красной (*Ribes rubrum* L.) в контейнерной технологии с использованием удобрений Osmocote и ОМУ [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_526.pdf

6. Комарова О.П., Козенко К.Ю., Землянищина С.В. Биологическая защита растений – одно из основных направлений снижения пестицидной нагрузки на агроценозы. Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. - № 9-1-1. - С. 98-102.

7. Коршунов С.А., Любowedская А.А. Биологическая защита растений с соблюдением стандартов органического сельского хозяйства – необходимые направления научно-исследовательской деятельности. // Становление и перспективы развития органического земледелия в Российской Федерации: сборник трудов конференции: Биологическая защита растений основа стабилизации агроэкосистем. - 2018. - С. 527-532.

8. Карнилова Н.А., Марквичев Н.С. Ростостимулирующее действие грибов рода *Trichoderma* // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. - № 10 (126). - С. 61-65.

9. Smitha G., Umesha K. Vegetative propagation of stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Hemsl.] through stem cuttings // Journal of tropical agriculture. - 2011. – № 50. – P. 72-75.

10. Rathore J., Sharma G. L., Chaudhury T. Effect of bio control agents (*Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens*) on rooting of pomegranate (*Punica granatum* L.) Cutting // International Journal of current microbiology and applied sciences. – 2020. – № 9 (5). – P. 2901-2910.

11. Paal T., Banner A. *Trichoderma viride* enhances the growth of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) stem cuttings. // Canadian Journal of plant science. – 2003. – № 83 (4). – P. 943-945.

12. Indravathi G., Baby P. Enhancing acclimatization of tissue cultured plants of *Albisia amara* by biotization // International journal of scientific research in biological science. – 2019. – № 6 (4). – P. 43-50.

13. Исачкин А.В., Крючкова В.А. Алгоритмы определения достаточных объемов выборки (на примере садовых растений) // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2020. – № 4. – С. 68-78.

14. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений. Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск, 1975. - С. 3–14.

Цитирование:

Ладыженская О.В., Аниськина Т.С., Донских В.Г. Влияние биопрепаратов на параметры корневой системы одревесневших черенков черной смородины (*Ribes nigrum* L.) [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №6. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/6/st_613.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/20216613>.