

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТВОРОВ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ОКОРЕНЕНИИ
ОДРЕВЕСНЕВШИХ ЧЕРЕНКОВ *RIBES NIGRUM L.***

Мистратова Н.А., Брюханов Е.В., Яшин С.Е.
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

В данной статье дана оценка применения растворов наночастиц биогенного ферригидрита и ферригидрита, допированного кремнием, при размножении смородины черной одревесневшими черенками с целью повышения эффективности технологии черенкования.

Ключевые слова: смородина черная, одревесневшие черенки, окоренение, ризогенез, растворы наночастиц, ферригидрит, кремний.

EFFICIENCY OF USING SOLUTIONS OF NANOPARTICLES IN ROOTING *RIBES NIGRUM L.*

Mistratova N.A., Bryukhanov E.V., Yashin S.E.
Krasnoyarsk state agrarian university, Krasnoyarsk, Russia

This article evaluates the use of solutions of nanoparticles of biogenic ferrihydrite and ferrihydrite doped with silicon, in the propagation of black currants by lignified cuttings in order to increase the efficiency of the cuttings technology.

Key words: black currant, lignified cuttings, rooting, rhizogenesis, solutions of nanoparticles, ferrihydrite, silicon.

Один из перспективных способов размножения смородины черной – размножение одревесневшими черенками. Посадочный материал, полученный данным способом, характеризуется физиологической целостностью и генетической однородностью. В технологии черенкования применяют различные стимуляторы корнеобразования [1; 8]. Нанотехнологии и наноматериалы находят применение практически во всех областях сельского хозяйства, в том числе и в садоводстве [4; 9; 10]. Исследований по использованию растворов наночастиц в практике питомниководства недостаточно [14; 3; 17]. Значительной биологической активностью обладают наночастицы гидроксидов железа и отличаются относительной простотой производства. Железо незаменимый участник клеточных процессов метаболизма [2; 11; 16].

В последнее время наблюдается интерес к изучению роли кремния в процессах роста и развития сельскохозяйственных растений при некорневых подкормках в период вегетации [12; 7; 13]. Установлено, что кремний является не только структурным элементом проводящих и покровных тканей, но и играет существенную роль в метаболизме растений [7]. В исследованиях В.В. Матыченкова и др. [2008] отмечается, что в различных органах растений содержание кремниевых кислот высокое, а также их присутствие в симпласте и анопласте указывает на возможность поглощения кремния растением, об этом свидетельствует и наличие специфических белков, обеспечивающих активный транспорт кремния по растению.

Цель работы – изучить эффективность использования растворов наночастиц при окоренении одревесневших черенков *Ribes nigrum L.*

Эксперимент проводился на в 2019-2020 г.г. на фитоучастке кафедры растениеводства, селекции и семеноводства. Размножение смородины черной одревесневшими черенками проводили по общепринятой методике Т.М. Тарасенко [15]. После нарезки черенки обрабатывались раствором наночастиц, экспозиция – 12 ч. Варианты опыта включали: 1) контроль (замачивание в H₂O); 2) ферригидрит – Feh; 3) ферригидрит, допированный кремнием - Feh_Si. Высадку черенкового материала в открытый грунт проводили в сентябре 2019 года. Повторность трехкратная, размещение систематическое. Схема посадки 20×8 см, глубина посадки 10-12 см. Объект исследований – сорт смородины черной Сокровище. Учет приживаемости одревесневших черенков проводили в июне 2020 года. Математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа [5] с использованием компьютерной программы MS Excel.

Процент окоренения на всех вариантах опыта варьировал от 38,1 до 66,6. Лучший показатель ризогенеза одревесневших черенков смородины черной отмечен на варианте при использовании Feh_Si – 66,6 %, что выше, чем на контроле на 28,5 % и подтверждено статистические (НСР_{0,5}=28,5) (рис. 1).

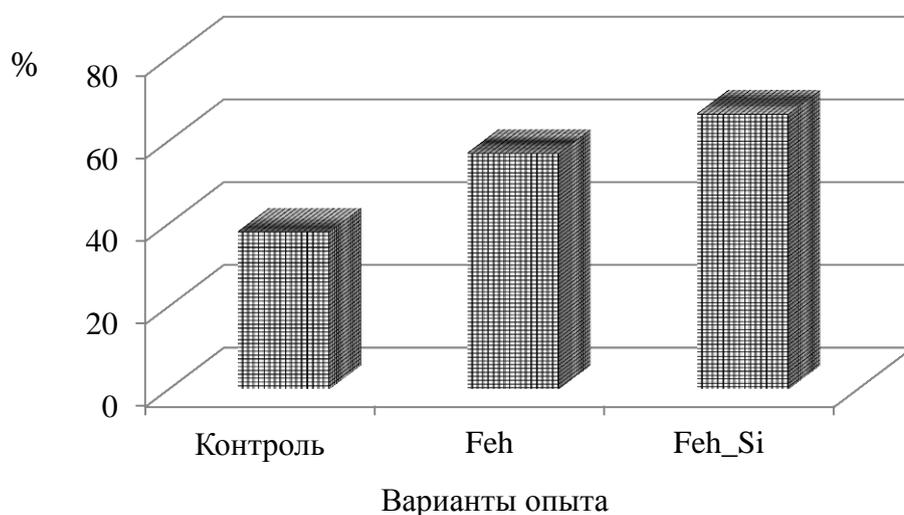


Рисунок 1 – Влияние растворов наночастиц на окоренение одревесневших черенков смородины черной, 2020 г.

Результаты использования наночастиц биогенного ферригидрита в «чистом» виде отличаются от контрольного варианта – 57,1 %, превысив показатель, полученный на контроле на 19,0 %. При этом обработка черенков Feh сопровождалась снижением процента окоренения в сравнении с вариантом, где черенковый материал обрабатывался Fe, допированным кремнием на 9,5.

Таким образом, предварительные однолетние исследования по применению наночастиц ферригидрита и его модификаций показали, что лучший показатель окоренения зафиксирован на варианте Feh_Si, где окоренилось 66,6% высаженного черенкового материала.

Литература

1. Бопп, В.Л., Куприна М.Н. Научные основы размножения смородины красной и облепихи одревесневшими черенками в условиях лесостепи Красноярского края. Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2018. 168 с.
2. Бопп В.Л., Гуревич Ю.Л., Мистратова Н.А., Теромова М.И. Влияние ауксинов и наночастиц ферригидрита на окоренение и корнеобразование зеленых черенков вишни степной. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии №5, 2018.С. 72-76.
3. Бопп В.Л., Мистратова Н.А., Макарская Г.В., Тарских С.В., Теромова М.И., Гуревич Ю.Л. Исследования влияния наночастиц биогенного ферригидрита на ризогенез черенкового материала садовых культур // Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона: мат-лы симпозиума с межд. участием, 2018. С. 149-160.
4. Бопп В.Л., Мистратова Н.А., Петраковская Э.А., Гуревич Ю.Л., Теромова М.И., Хлебопрос Р.Г. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на укоренение одревесневших черенков ивы Ледебура. Биофизика Том. 63. № 4, 2018. С. 786-794.
5. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Козлов А.В., Уромова И.П., Фролов Е.А., Мозолева К.Ю. Физиологическое значение кремния в онтогенезе культурных растений и при защите от фитопатогенов. Международный студенческий научный вестник №1, 2015. С. 39.
7. Матыченков В.В., Бочарникова Е.А., Кособрюхов А.А., Биль К.Я. О подвижных формах кремния в растениях. Доклады академии наук. Том. 418, № 2, 2008. С. 279-281.

8. Мистратова Н.А. Совершенствование способа зеленого черенкования для размножения черной смородины и облепихи в условиях Красноярской лесостепи. Изд-во: Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2016. 132 с.
9. Мистратова Н.А., Гуревич Ю.Л., Теремова М.И., Колесник А.А. Опыт использования наночастиц гидроксида железа при размножении *Ribes nigrum* L. зелеными черенками. Вестник КрасГАУ №11, 2019. С. 16-23.
10. Мистратова Н.А. Ризогенез и морфометрические изменения у черенков смородины черной под влиянием наночастиц биогенного ферригидрита. Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы между. науч.-практ. конф. Красноярск, 2019. С. 199-201
11. Мистратова Н.А. Действие наночастиц биогенного ферригидрита на биометрические параметры стеблевых черенков смородины черной. Оптимизация селекционного процесса – фактор стабилизации и роста продукции растениеводства Сибири: мат-лы междуна. конф., проведенной в рамках 46-го заседания Объединенного научного и проблемного совета по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству ОУС СО РАН по сельскохозяйственным наукам, посвященной 90-летию академика РАН П.Л. Гончарова и 50-летию СО РАСХН. Изд-во ИФ КНЦ СО РАН. Красноярск, 2019. С. 297-300.
12. Самсонова Н.Е. Кремний в почве и растениях. Агрoхимия №6, 2005. С. 76-85.
13. Сластия И.В., Ложникова В.Н. Влияние кремния на рост растений и баланс эндогенных фитогормонов ярового ячменя. Агрoхимия №3, 2010. С. 34-39.
14. Сучкова С.А., Астафурова Т.П. Морфологические изменения в черенках смородины черной под влиянием наночастиц оксида цинка. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования №113, 2017. С. 312-314.
15. Тарасенко М.Т. Размножение растений зелеными черенками. Колос. М., 1967. С. 169-184.
16. Mistratova N.A., Bopp V.L., Petracovskaya E.A., Teremova M.I., Gurevich Yu. L. The use of biogenic nanoparticles of ferrihydrite in the propagation of horticultural crops by cuttings. II International conference «AGRITECH-II – 2019» IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 421 (2020) 062014. Krasnoyarsk, Russia. doi: 10/1088/1755-1315/421/6/062014
17. Suchkova S.A., Yamburov M.S., Astafurova T.P., Sirotkina E.E. Iron oxyhydroxide effect on rooting of cuttings of *ribesnigrum* and *ribes rubrum* International Journal of GEOMATE T. 17., №61, 2019. P. 169-173.