

Валентина Леонидовна Бопп

Красноярский государственный аграрный университет, проректор по науке, кандидат биологических наук, доцент, Красноярск, Россия
E-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ ПОВЫШЕНИЯ РИЗОГЕНЕЗА
ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ *RIBES NIGRUM* L.**

В статье изложены обзорные материалы, касающиеся поиска путей повышения окореняемости черенкового материала смородины черной (*Ribes nigrum*), выполненные российскими и зарубежными учеными с 2005 по 2020 г. Являясь одной из наиболее значимых ягодных культур умеренных широт, смородина занимает все большие площади посадки в любительском и промышленном садоводстве, что ставит перед питомниководством задачу увеличения производства посадочного материала. Среди современных способов вегетативного размножения смородины основное значение имеет зеленое черенкование. Для повышения ризогенной активности черенкового материала смородины предложены способы повышения эффективности стимуляторов роста, субстратов, а также показана практика применения удобрений пролонгирующего действия. Отражены результаты исследований по влиянию стимуляторов роста «Циркон», «Эпин», «Эпин-экстра», «Корневин», «Биостим», «УкоренитЪ» на окореняемость зеленых черенков различных сортов смородины черной; по эффективности доз препарата А-1 растительного происхождения с фунгицидной и ростостимулирующей активностью; рассмотрен способ зеленого черенкования с применением порошка гликолурила. Показан отклик черенкового материала на использование новых композиций для повышения ризогенеза, где к β -индоллилуксусной кислоте добавлены различные модификации наночастиц биогенного гидроксида железа: коллоидных наночастиц «чистого» ферригидрита (Feh) и ферригидрита, допированного алюминием (Feh_Al) и кобальтом (Feh_Co); а также эффективность замачивания черенков в растворе наночастиц оксида цинка. Приведены способы повышения воздействия субстрата на окореняемость черенков смородины: добавление биогумуса, почвенного кондиционера, удобрений длительного действия агропитатива – AVA и цеолитов, обогащенных минеральными удобрениями. Добавление к субстрату суспензии наночастиц оксида цинка и платины ингибирует корнеобразование у зеленых черенков смородины черной.

Ключевые слова: черная смородина, *Ribes nigrum*, зеленые черенки, стимулятор роста, субстрат, наночастицы, цеолит, удобрения, окореняемость.

Valentina L. Bopp

Cand. of Biol., Sci., Assoc. Prof., Vice-Rector for Science, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: vl_kolesnikova@mail.ru

**REVIEW OF MODERN SOLUTIONS FOR INCREASING THE RHYGENESIS
OF GREEN CUTTINGS *RIBES NIGRUM* L.**

The article presents review materials concerning the search for ways to increase the rooting rate of cuttings of black currant (*Ribes nigrum*), carried out by Russian and foreign scientists from 2005 to 2020. Being one of the most important berry crops of temperate latitudes, currants occupy ever larger areas of planting in amateur and industrial gardening, which poses the task of nursery growing to increase the production of planting material. Among the modern methods of vegetative propagation of currants, green cuttings are of primary importance. To increase the rhizogenic activity of currant cuttings, methods have been proposed to increase the efficiency of growth stimulants, substrates, and the practice of using fertilizers with prolonged action is shown. The results of studies on the influence of growth stimulants "Zircon", "Epin", "Epin-extra", "Kornevin", "Biostim", "Ukorenit" on the rooting rate of green cuttings of various varieties of black currant are

reflected; by the effectiveness of doses of the drug A-1 of plant origin with fungicidal and growth-stimulating activity; the method of green cuttings using glycoluril powder is considered. The response of cuttings to the use of new compositions to increase rhizogenesis is shown, where various modifications of biogenic iron hydroxide nanoparticles are added to β -indoleacetic acid: colloidal nanoparticles of «pure» ferrihydrite (Feh) and ferrihydrite doped with aluminum (Feh_Al) and cobalt (Feh_Co); as well as the effectiveness of soaking cuttings in a solution of zinc oxide nanoparticles. Methods of increasing the effect of the substrate on the rooting of currant cuttings are given: the addition of vermicompost, soil conditioner, long-acting fertilizers agrovitagua – AVA and zeolites enriched with mineral fertilizers. The addition of a suspension of zinc oxide and platinum oxide nanoparticles to the substrate inhibits root formation in green cuttings of black currant.

Keywords: black currant, *Ribes nigrum*, green cuttings, growth stimulant, substrate, nanoparticles, zeolite, fertilizers, rooting.

Черная смородина (*Ribes nigrum*) – одна из наиболее ценных ягодных культур умеренной зоны садоводства. По материалам Евростата и ФАОСТАТА, по производству ягод черной смородины Россия занимает лидирующие позиции с показателем 51 % от мирового объема [1].

Популярность культуры обусловлена ее богатым биохимическим составом [2–4]; отменными потребительскими свойствами ягод [5]; широким спектром использования в перерабатывающей промышленности, включая глубокую переработку [6–8]; возможностью механизации трудоемких работ в технологии возделывания [9]; зимостойкостью [10]; высокой рентабельностью производства [11, 12].

С целью обеспечения населения свежими ягодами смородины и перерабатывающую промышленность необходимым сырьем, а также для реализации экспортного потенциала культуры требуется увеличить площади насаждений, проводить своевременную сортосмену и сортообновление. Решению данной задачи, по мнению [13], будет содействовать создание высокотехнологичной и наукоемкой отечественной индустрии производства высококачественного посадочного материала.

Среди различных современных способов вегетативного размножения смородины черной (зелеными [14] и одревесневшими черенками [15], *in vitro* [16, 17]) основное применение в промышленном питомниководстве имеет способ зеленого черенкования [18].

Сущность зеленого черенкования состоит в получении целого растения от части годичного прироста побега, срезанного с материнского куста [19]. Побег разрезают на черенки с 2–3 узлами, длиной 7–12 см, удаляют нижние листья. Наличие на черенках листьев, активная дифференциация меристематических тканей и их высокая жизнедеятельность способствуют регенерационным процессам и восстановлению целостности растения [20], из тканей стебля формируются адвентивные корни, а за счет развития

имеющихся почек идет рост побегов [21].

По данным [22], результаты исследований E. Gardner, J. Weles, C. Hess, H. Hartmann, C. Dempster, P. Newton, L. Lipp, H. Templeton, F. Went, P. Zimmerman, Л.Ф. Правдина, Д.А. Комиссарова, А.И. Северовой, М.И. Докучаевой, Н.К. Вехова, М.П. Ильина, М.Т. Тарасенко, Р.Х. Турецкой, И.А. Комарова, Ф.Н. Поликарповой позволили накопить большой теоретический задел по размножению культур зелеными черенками к началу 60-х годов прошлого столетия. В 80–90-х годах использование ряда инноваций в части технологии, а также технических и организационных решений повлекло освоение технологии зеленого черенкования в производственных условиях.

Результативность ризогенеза зеленых черенков зависит от ряда факторов биотической и абиотической среды: вида культуры и генотипических особенностей сорта [23, 24], морфометрических параметров черенка и его физиологического состояния [20, 25], возраста маточных растений [26], гидротермического режима в культивационном сооружении, качества субстрата и стимуляторов корнеобразования [27–29].

Несмотря на то что зеленые черенки большинства сортов черной смородины обладают высокой корнеобразовательной способностью, обработка черенкового материала стимуляторами роста положительно воздействует на усиление ризогенеза.

Из известных 6 классов фитогормонов (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота и этилен) в питомниководстве для стимулирования корнеобразования у зеленых черенков до недавнего времени в основном использовали ауксины: β -индолилуксусную кислоту (ИУК) или гетероауксин, β -индолилмасляную кислоту (ИМК) [21, 30]. В настоящее время продолжается активный поиск веществ, усиливающих ризогенез черенкового материала.

В опытах [31] для обработки зеленых черенков смородины черной были применены росторегулирующие препараты «Циркон» и «Эпин-экстра». Действующее вещество «Циркона» – гидроксикоричные кислоты в концентрации 0,1 мг/мл, полученные из эхинацеи пурпурной, «Эпина-экстра» – эпибрасинолид 0,025 мг/мл. Механизм воздействия «Циркона» заключается в повышении поглотительной способности корней с одновременным уменьшением транспирации, активизации фотосинтеза; «Эпина-экстра» – в усилении процессов фотосинтеза и синтеза белка. Для приготовления рабочих растворов на 2 л воды использовано «Циркона» 2 мл, «Эпина-экстра» – 1 мл. Экспозиция обработки черенков составила 20 часов. Окореняемость зеленых черенков, обработанных «Цирконом», была выше по сравнению с контролем (замачивание черенков в воде) у сорта Сеянец Голубки на 26,2 %, у Плотнокистой на 6,8, у Наследницы на 16,3, у Зеленой дымки на 42,3, у Черного Жемчуга на 16,7, у Элевесты на 6,1 и у Лентяя на 20 %. Результативность «Эпина-экстра» в основном ниже, чем «Циркона». Процент окоренения черенков, выдержанных в растворе «Циркона», по сравнению с контролем был больше у сортов на 6,1–42,3 %, «Эпина-экстра» – на 1,8–30,5 %. Генотипическая реакция сорта смородины Вологда отлична от других сортов: отмечено ингибирование процессов корнеобразования при обработке черенков «Цирконом» на 10 %, «Эпином-экстра» – на 13,4 %.

В исследованиях [32] показано, что обработка зеленых черенков смородины росторегулирующими препаратами «Эпин» и «Корневин» способствует повышению окореняемости, но не влияет на морфометрические параметры корней.

Влияние стимуляторов роста «Циркон», «Эпин-экстра», «Биостим» при обработке зеленых черенков селекционных сортообразцов смородины черной 1-32, 2-13, 195-9-81 и сорта Глариоза при использовании 0,5 мл препаратов на 1 л воды и экспозиции 16 часов выразилось в лучшем развитии окорененных черенков: увеличилось число корней и прирост надземной части. Окореняемость черенков всех сортообразцов за 2 года исследования составила 100 % [33].

В эксперименте [34] были задействованы трудноокореняемые сорта черной смородины: Гайхал, Янжай, Тамир, Воронинская, Березовка, Тона, Сперанта; приживаемость черенков на контроле (вода) варьировала от 5,9 до 9 %. Предпосадочная обработка черенкового материала препаратами ауксинового класса «Корневином» и «УкоренитЪ» способствовала значительному

повышению ризогенеза. Действующее вещество «Корневина» – ИУК, «УкоренитЪ» – ИМК. ИУК стимулирует растяжение и деление клеток растения; по некоторым данным [35], ИМК в растении превращается в ИУК соответственно с вышеобозначенным механизмом действия. Использование стимулятора корнеобразования «Корневин» обеспечило окореняемость черенков на 93,8–98,8 %, «УкоренитЪ» – на 81,4–89,8 %.

В Институте химии Коми научного центра УРО РАН получен препарат А-1 растительного происхождения с предполагаемой фунгицидной и ростостимулирующей активностью. Зеленые черенки сортов черной смородины Вологда и Краса Алтая выдерживали в растворе стимулятора А-1 (I доза и II доза) в течение 16–18 часов. Корнеобразование у черенков обоих сортов более выражено при использовании концентрации препарата, которую авторы исследований обозначили как «II доза»: окореняемость черенкового материала составила 96,7 % у сорта Вологда и 76,7 % у сорта Краса Алтая, что на 6,7 и на 10 % соответственно превышает контрольные значения (НСР = 7,6). Различия ризогенеза при применении концентрации «I доза» не существенны. Ростостимулирующие действия А-1 отразились на развитии корневой системы окорененных черенков: у сорта Вологда по сравнению с контролем количество корней увеличилось в 1,6 раза, суммарная длина корней – в 2,3 раза; у сорта Краса Алтая количество корней повысилось на 65 %, длина корней – на 89 % [36].

Разработан способ зеленого черенкования плодовых и ягодных культур (Патент РФ № 2569418 МПК А01G 1/00, опубл. 27.11.2015) путем размножения черенков годичного прироста длиной 15–20 см с 3–4 почками и двумя-тремя целыми листьями с последующей обработкой черенков перед посадкой. При этом черенки после оводнения в течение 1 часа перед посадкой опудривают порошком гликолурила и сразу высаживают в почвенный субстрат, состоящий из смеси торфа и песка в соотношении 1:1. Под влиянием гликолурила окореняемость черенкового материала смородины черной сорта Ядреная по сравнению с обработкой «Корневином» повысилась на 9,9 %, количество корней – на 3,1 шт., зафиксировано увеличение суммарной длины корней на 58,5 см [37].

При размножении смородины черной зелеными черенками [38, 39] предложена новая композиция для повышения ризогенеза, где к ИУК добавляют различные модификации наночастиц биогенного гидроксида железа. Испытаны кол-

лоидные наночастицы «чистого» ферригидрита (Feh) и ферригидрита, допированного алюминием (Feh_Al) и кобальтом (Feh_Co). При обработке черенков раствором ИУК + Feh_Co процент окоренения составил 100 %. Добавление к стимулятору Feh и ферригидрита, допированного алюминием (ИУК + Feh_Al), повлекло снижение показателя корнеобразования – на 47 и 73 % соответственно. Учет биометрических параметров на второй год исследований при выкопке саженцев показал, что среднее количество побегов на вариантах с применением суспензий наночастиц ниже либо на уровне контроля. Использование Feh незначительно повысило среднее количество побегов – на 3,4 шт. При учете средней длины побегов отмечено увеличение данного показателя на всех вариантах опыта с применением биогенного ферригидрита на 41,9–52,7 см. Большой процент стандартных саженцев получен при использовании растворов наночастиц – 75–100 % растений 1-го и 2-го товарных сортов. Среди изучаемых модификаций наночастиц гидроксида железа выделился вариант ИУК + Feh_Co, с использованием которого процент окоренения и качество посадочного материала были наибольшими по сравнению с контролем и другими вариантами опыта: ризогенез составил 100 %, выход саженцев товарных сортов – 81,3 %, из них 50 % – 1-й сорт и 31,3 % – 2-й сорт. Эффективность наночастиц Feh и Feh_Al может быть увеличена путем подбора концентраций и времени экспозиции черенков в растворах с ИУК.

В эксперименте со смородиной черной сорта Сокровище [40] изучено влияние времени замачивания черенков и смеси стимуляторов роста ИУК + Feh, ИУК + Feh_Al и ИУК + на эффективность ризогенеза. Автор отмечает, что прослеживается высокая эффективность применения наночастиц биогенного ферригидрита ИУК + Feh при 12-часовой обработке – ризогенез составил 100 % и на варианте ИУК + Feh_Al – 87 %. Увеличение прироста надземной и подземной фитомассы окорененных черенков в сравнении с контролем зафиксировано на делянках с ИУК + Feh_Al и ИУК + Feh_Co. При замачивании стеблевых черенков в течение 24 часов выделился вариант ИУК + ферригидрит, допированный Co, – окоренение 100 %, морфометрические показатели корневой системы при использовании данного раствора достоверно превысили контроль.

В эксперименте [41] использовали наночастицы оксида цинка в концентрации 40 мг/л для предпосадочной обработки черенков смородины черной сорта Лама. После 20-минутной вы-

держки в растворе черенки промывали водой и высаживали в субстрат. Окоренение черенкового материала повысилось на 11 % по отношению к контрольным растениям (замачивание черенков в дистиллированной воде). Отмечено положительное влияние суспензии наночастиц на ростовые процессы окорененных черенков: суммарный прирост побегов увеличился на 31,7, количество корней – на 33,1, суммарная длина корней – на 44,3 %.

Немаловажное влияние на результативность окоренения зеленых черенков смородины черной оказывает качество субстрата. Вариации используемых субстратов различны: однокомпонентные материалы и многокомпонентные смеси органической и неорганической природы.

В ряде работ показано преимущество торфо-песчаной смеси в различных версиях [22, 26].

В исследованиях [42] проведено сравнение субстрата торф + песок + почва в объемном соотношении 1:1:1 и двух экспериментальных модификаций, где к вышеуказанному субстрату был добавлен биогумус из расчета 1 и 2 кг/м² соответственно. Биогумус – продукт жизнедеятельности калифорнийских червей, органическое удобрение, содержащее микроэлементы, ферменты, ауксины, комплекс гуминовых веществ. Зеленые черенки смородины сорта Софья перед посадкой в субстрат были обработаны «Корневином». На контрольном варианте окоренилось 80 % черенкового материала. Добавление к торфо-песчано-почвенной смеси 1 кг/м² биогумуса обеспечило повышение ризогенеза черенков на 7 %, 2 кг/м² – на 16 %. Оценка морфометрических параметров окорененных черенков показала, что применение биогумуса в дозе 2 кг/м² существенно активизировало ростовые процессы корневой системы: количество корней 1-го порядка ветвления увеличилось на 60 %, суммарная длина корней 1-го порядка ветвления – на 41,6 %.

Сравнение субстратов торф + песок и торф + перлит [43] для окоренения зеленых черенков смородины сорта Тинкер показало, что на субстрате торф + перлит получен наиболее высокий процент окоренения черенков (77 %), но с самым низким вегетативным приростом.

Добавление к песчаному субстрату суспензии наночастиц оксида цинка и платины в концентрации 5 мг/кг субстрата привело к ингибированию корнеобразовательной активности зеленых черенков смородины: ризогенез снизился на 32,3 % под действием наночастиц ZnO и на 41,4 % под действием наночастиц Pt [44].

Использование почвенного кондиционера Reasil® Soil Conditioner содействует повышению окореняемости зеленых черенков ранних сортов смородины черной с 65,0 до 91,7 % [45].

В процессе окоренения черенкового материала устанавливается промывной тип водного режима субстрата и почвы, для предотвращения вымывания элементов питания растений за пределы корнеобитаемой зоны [27] рекомендуется использовать удобрения длительного действия агровитаква – AVA и обогащенные цеолиты. AVA – комплексное безазотное удобрение с длительным действием; содержит фосфор – 49–55 %, калий – 17–19, кальций – 12–14, магний – 4–5, кремний – 3–4, бор – 1–1,5, марганец, серу, медь, кобальт, железо, молибден – по 0,1–0,2, селен – 0,005 %. Удобрения на цеолитовой основе увеличивают емкость катионного обмена, обеспечивают высокую скорость обменных реакций, улучшают структурно-агрегатный состав почв, пролонгируют действие удобрений и химелиорантов [46, 47]. На участке зеленого черенкования изучали влияние удобрений $N_{30}P_{75}K_{30}$, AVA – $P_{75}K_{30}$, AVA – $P_{75}K_{30} + N_{30}$, AVA – $P_{100}K_{40}$, AVA – $P_{100}K_{40} + N_{40}$, AVA – $P_{125}K_{50}$, AVA – $P_{125}K_{50} + N_{50}$, цеолит + $N_{30}P_{75}K_{30}$ на ризогенез зеленых черенков трудноокореняемого сорта Достойная. В блоке вариантов с AVA отмечено увеличение регенерационной активности черенков с повышением дозы внесения удобрений. Добавление азота мочевины к AVA способствует повышению окореняемости на 4–7 % по отношению к делянкам без азота. Наиболее высокая окореняемость черенков наблюдалась на делянках с обогащенным цеолитом – 43,8 %.

Таким образом, использование усовершенствованных элементов технологии размножения (новых стимуляторов роста, наноматериалов, композиций субстратов и удобрений пролонгирующего действия) способствует повышению ризогенной активности черенкового материала смородины черной.

Литература

1. URL: <http://asprus.ru/blog/ocenka-obemov-mirovogo-proizvodstva-smorodiny-chnoj>.
2. Янчук Т.В. Смородина черная – важная составляющая рациона человека // Стратегия развития индустрии гостеприимства и туризма: сб. мат-лов V Междунар. интернет-конференции. Орел, 2014. С. 428–435.
3. Ершова И.В. Сорта смородины черной как источники высокого содержания биологически активных соединений // Достижения науки и техники АПК. 2019. № 11. С. 60–62. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-11113.
4. Червонная Н.М., Аджахметова С.Л., Поздняков Д.И. и др. Химический состав и биологическая активность некоторых представителей семейств *Asteraceae*, *Primulaceae*, *Grossulariaceae* и *Rosaceae* // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 11. С. 179–184. DOI:10.23670/IRJ.2020.101.11.032.
5. Макаркина М.А., Павел А.Р., Ветрова О.А. Биохимическая оценка сортов некоторых плодовых и ягодных культур селекции ВНИИСП // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 4. С. 18–21. DOI: 10.30850/vrsn/2020/4/18-21.
6. Редико Е.Э., Гребнева Е.В. Черная смородина как перспективный источник флавоноидов // Актуальные проблемы садоводства России и пути их решения: мат-лы Всерос. науч.-метод. конф. молодых ученых. Орел, 2007. С. 362–367.
7. Чеснокова Н.Ю., Приходько Ю.В., Левочкина Л.В. и др. Натуральный концентрированный краситель, содержащий комплекс антоциановых пигментов и пектиновых веществ // Вестник КрасГАУ. 2019. № 12. С. 160–168.
8. Гришина А.А., Пехтерева Н.Т. Разработка рецептуры нектаров функциональной направленности на основе природного сырья // Актуальные проблемы развития общественного питания и пищевой промышленности: мат-лы IV Междунар. науч.-практ. и науч.-метод. конф.. Белгород, 2020. С. 46–50.
9. Краюшкина Н.С., Перекопский А.Н., Егорова К.И. и др. Обоснование хозяйственно-биологических свойств и пригодности к машинной уборке урожая сортов и селекционных форм смородины черной // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2020. № 2. С. 64–72.
10. Кумпан В.Н., Лиличенко Е.Н., Клинг А.Н. Агробиологические показатели интродуцированных сортов смородины черной в условиях лесостепной зоны Омской области // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 2. С. 57–67.
11. Мистратова Н.А., Бопп В.Л. Экономическая эффективность производства саженцев облепихи и черной смородины способом зеленого черенкования в условиях Красноярской лесостепи // Актуальные проблемы сохранения и развития биологических ресурсов: сб. мат-лов междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2015. С. 262–266.

12. Го Ц. Черная смородина. Предварительный отчет по внедрению и выращиванию // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: мат-лы VIII Междунар. форума. Благовещенск, 2015. С. 212–217.
13. Куликов И.М., Завражнов А.И., Упадышев М.Т. и др. Научно-методические основы индустриальной агротехнологии производства сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур в Российской Федерации // Садоводство и виноградарство. 2018. № 1. С. 30–35. DOI: 10.25556/VSTISP.2018.1.10500.
14. Мистратова Н.А. Совершенствование способа зеленого черенкования для размножения черной смородины и облепихи в условиях Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства. Краснодар, 2013. 24 с.
15. Бонн В.Л., Куприна М.Н. Научные основы размножения смородины красной и облепихи одревесневшими черенками в условиях лесостепи Красноярского края. Красноярск, 2018. 168 с.
16. Матушкина О.В., Пронина И.Н., Матушкин С.А. и др. Модифицированные элементы технологии размножения садовых культур *in vitro* // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 61. С. 44–53. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-61-44-53.
17. Головина Л.А., Нигматзянов Р.А., Сорокопудов В.Н. Выявление изменчивости у растений смородины черной (*Ribes nigrum* L.), полученной *in vitro* для селекции в условиях Башкирии // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4. С. 53–58. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-53-58.
18. Стрельцов Ф.Ф., Тучин Р.А. Совершенствование технологии производства посадочного материала плодовых и ягодных культур // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 7. С. 24–26.
19. Хартманн Х.Т. Размножение растений. М.: Центр-полиграф. 2002. С. 159–169.
20. Ермаков Б.С. Размножение древесных и кустарниковых растений зеленым черенкованием. Кишинев: Штиинца, 1981. 188 с.
21. Мистратова Н.А. Совершенствование способа зеленого черенкования для размножения черной смородины и облепихи в условиях Красноярской лесостепи: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.08 / Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства. Краснодар, 2013. 154 с.
22. Ермаков Б.С. Биолого-агротехнические особенности технологии зеленого черенкования древесных растений: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1992. 56 с.
23. Сучкова С.А. Эффективные способы вегетативного размножения плодовых и ягодных культур в условиях Томской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07. Барнаул, 2006. 18 с.
24. Кумпан В.Н., Ярцева Л.А. Влияние сортовых особенностей на регенерационную способность зеленых черенков смородины черной // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2020. № 2. С. 67–74.
25. Мистратова Н.А., Бонн В.Л. Влияние соотношения коры к ксилеме на окоренение зеленых черенков крыжовника (*Grossularia* Mill.) // Садоводство и виноградарство. 2017. № 1. С. 39–49.
26. Баранова О.А. Технология и сравнительная эффективность способов вегетативного размножения черной смородины в лесостепи Алтайского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ленинград, 1971. 22 с.
27. Мистратова Н.А. Экологическая оценка применения агроメリорантов при зеленом черенковании ягодных культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 5. С. 39–43.
28. Мистратова Н.А. Совершенствование способа зеленого черенкования для размножения черной смородины и облепихи в условиях Красноярской лесостепи. Красноярск, 2016. С. 11–16.
29. Лукашев Е.С., Гордиенкова С.Ф., Липницкая Ю.И. Особенности вегетативного размножения зелеными и одревесневшими черенками // Современные тенденции молодежной науки: сб. науч. тр. нац. конф. Брянск, 2020. С. 42–45.
30. Князев С.Д., Голяева О.Д., Жук Г.П. и др. Производство оздоровленного посадочного материала ягодных и малораспространенных культур. Орел, 2012. С. 108–112.
31. Тимушева О.К., Зайнуллина К.С. Влияние регуляторов роста на укоренение зеленых черенков сортов смородины черной при выращивании // Плодоводство и ягодоводство России. 2011. Т. 28, № 2. С. 257–264.
32. Нигматзянов Р.А., Сорокопудов В.Н. Влияние регуляторов роста на укоренение зеленых черенков смородины черной // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 50. С. 224–228.

33. Кошева О.Н. Применение регуляторов роста при зеленом черенковании селекционных сортообразцов смородины черной // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. № 2. С. 22–25.
34. Гусева Н.К., Васильева Н.А. Использование стимуляторов роста для окоренения зеленых черенков смородины черной // Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. ст. V Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2018. С. 71–73.
35. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
36. Расова С.Д., Хуршайнен Т.В. Влияние биологически активного препарата А-1 на укоренение черенков черной и красной смородины // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2005. № 6. С. 1–3.
37. Сучкова С.А., Михайлова С.И., Астафурова Т.П. и др. Способ зеленого черенкования плодовых и ягодных культур: патент на изобретение RU 2569418 С1. 27.11.2015.
38. Мистратова Н.А. Влияние наночастиц биогенного ферригидрита на окоренение *Ribes nigrum* L. // Молодежь и наука XXI века: мат-лы Междунар. науч. конф. Красноярск, 2018. С. 248–251.
39. Мистратова Н.А., Гуревич Ю.Л., Теремова М.И. и др. Опыт использования наночастиц гидроксида железа при размножении *Ribes nigrum* L. зелеными черенками // Вестник КрасГАУ. 2019. № 11. С. 16–23.
40. 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 Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2019. С. 199–201.
41. 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. 2017. № S13. С. 312–314.
42. Мистратова Н.А., Романовский Д.С., Брюханов Е.В. и др. Использование биогумуса как компонента субстрата при зеленом черенковании ягодных культур // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. III Всерос. (национальной) науч. конф. Новосибирск, 2018. С. 113–116.
43. Asanica A., Tudor V., Sumedrea D., Teodorescu R.I., Peticila A., Iacob A. The Propagation of two Red and black Currant Varieties by Hardwood Cuttings Combining Substrate and Rooting Stimulators / Scientific Papers-Series B-Horticulture. 2017. T. 61. P. 175–181.
44. Suchkova S.A., Mikhaylova S.I., Morgalev Yu.N., Astafurova T.P. Influence of Superfine Materials on the Vegetative Reproduction of black Currant // Nano Hybrids and Composites. 2017. T. 13. P. 102–107.
45. Софронов А.П. Влияние почвенного кондиционера Reasil® Soil Conditioner на укореняемость зеленых черенков ягодных культур // Основы и перспективы органических биотехнологий. 2018. № 3. С. 29–31.
46. Мукина Л.П., Колесникова В.Л. Генетические основы создания экологически чистых удобрений // Мелиорация и водное хозяйство. 2001. № 3. С. 35–36.
47. Колесникова В.Л. Экологическая оценка применения обогащенных цеолитов под овощные культуры: дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1999. 162 с.

Literatura

- URL: <http://asprus.ru/blog/ocenka-obemov-mirovogo-proizvodstva-smorodiny-chnoj>.
- Yanchuk T.V. Smorodina chernaya - vazhnaya sostavlyayuschaya racionalnogo cheloveka // Strategiya razvitiya industrii gostepriimstva i turizma: sb. mat-lov V Mezhdunar. internet-konferencii. Orel, 2014. S. 428–435.
- Ershova I.V. Sorta smorodiny chernoj kak istochniki vysokogo soderzhaniya biologicheski aktivnyh soedinenij // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2019. № 11. S. 60–62. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-11113.
- Chervonnaya N.M., Adzhahmetova S.L., Pozdnyakov D.I. i dr. Himicheskij sostav i biologicheskaya aktivnost' nekotoryh predstavitelej semejstv Asteraceae, Primulaceae, Grossulariaceae i Rosaceae // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2020. № 11. S. 179–184. DOI:10.23670/IRJ.2020.101.11.032.
- Makarkina M.A., Pavel A.R., Vetrova O.A. Biohimicheskaya ocenka sortov nekotoryh plodovyh i yagodnyh kul'tur selekcii VNIISP // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2020. № 4. S. 18–21. DOI: 10.30850/vrsn/2020/4/18-21.
- Rediko E. E., Grebneva E.V. Chernaya smorodina kak perspektivnyj istochnik flavonoidov // Aktual'nye problemy sadovodstva Rossii i puti ih resheniya: mat-ly Vseros. nauch.-metod. konf. molodyh uchenyh. Orel, 2007. S. 362–367.
- Chesnokova N.Yu., Prihod'ko Yu.V., Levochkina L.V. i dr. Natural'nyj koncentrirovannyj krasitel', soderzhaschij kompleks antocianovyh

- pigmentov i pektinovykh veschestv // Vestnik KrasGAU. 2019. № 12. S. 160–168.
8. Grishina A.A., Pehtereva N.T. Razrabotka receptury nektarov funkcional'noj napravlenosti na osnove prirodnogo syr'ya // Aktual'nye problemy razvitiya obschestvennogo pitaniya i pischevoj promyshlennosti: mat-ly IV Mezhdunar. nauch.-prakt. i nauch.-metod. konf.. Belgorod, 2020. S. 46–50.
 9. Krayushkina N.S., Perekopskij A.N., Egorova K.I. i dr. Obosnovanie hozyajstvenno-biologicheskikh svoystv i prigodnosti k mashinnoj uborke urozhasya sortov i selekcionnykh form smorodiny chernoj // Tehnologii i tehnicheckie sredstva mehanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2020. № 2. S. 64–72.
 10. Kumpan V.N., Lilichenko E.N., Kling A.N. Agrobiologicheskie pokazateli introducirovannykh sortov smorodiny chernoj v usloviyakh lesostepnoj zony Omskoj oblasti // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 2. S. 57–67.
 11. Mistratova N.A., Bopp V.L. `Ekonomicheskaya `effektivnost' proizvodstva sazhenecv oblepihi i chernoj smorodiny sposobom zelenogo cherenkovaniya v usloviyakh Krasnoyarskoj lesostepi // Aktual'nye problemy sohraneniya i razvitiya biologicheskikh resursov: sb. mat-lov mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ekaterinburg, 2015. S. 262–266.
 12. Go C. Chernaya smorodina. Predvaritel'nyj otchet po vnedreniyu i vyrashchivaniyu // Ohrana i racional'noe ispol'zovanie lesnykh resursov: mat-ly VIII Mezhdunar. foruma. Blagoveschensk, 2015. S. 212–217.
 13. Kulikov I.M., Zavrazhnov A.I., Upadyshev M.T. i dr. Nauchno-metodicheskie osnovy industrial'noj agrotehnologii proizvodstva sertifikirovannogo posadochnogo materiala plodovykh i yagodnykh kul'tur v Rossijskoj Federacii // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2018. № 1. S. 30–35. DOI: 10.25556/VSTISP.2018.1.10500.
 14. Mistratova N.A. Sovershenstvovanie sposoba zelenogo cherenkovaniya dlya razmnozheniya chernoj smorodiny i oblepihi v usloviyakh Krasnoyarskoj lesostepi: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / Severo-Kavkazskij zonal'nyj nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i vinogradarstva. Krasnodar, 2013. 24 s.
 15. Bopp V.L., Kuprina M.N. Nauchnye osnovy razmnozheniya smorodiny krasnoj i oblepihi odrevesnevshimi cherenkami v usloviyakh lesostepi Krasnoyarskogo kraja. Krasnoyarsk, 2018. 168 s.
 16. Matushkina O.V., Pronina I.N., Matushkin S.A. i dr. Modificirovannye `elementy tehnologii razmnozheniya sadovykh kul'tur *in vitro* // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2020. T. 61. S. 44–53. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-61-44-53.
 17. Golovina L.A., Nigmatzyanov R.A., Sorokopudov V.N. Vyyavlenie izmenchivosti u rastenij smorodiny chernoj (*Ribes nigrum* L.), poluchennoj *in vitro* dlya selekcii v usloviyakh Bashkirii // Vestnik KrasGAU. 2020. № 4. S. 53–58. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-53-58.
 18. Strel'cov F.F., Tuchin R.A. Sovershenstvovanie tehnologii proizvodstva posadochnogo materiala plodovykh i yagodnykh kul'tur // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2008. № 7. S. 24–26.
 19. Hartmann H.T. Razmnozhenie rastenij. M.: Centrpoligraf. 2002. S. 159–169.
 20. Ermakov B.S. Razmnozhenie drevesnykh i kustarnikovyx rastenij zelenym cherenkovaniem. Kishinev: Shtiinca, 1981. 188 s.
 21. Mistratova N.A. Sovershenstvovanie sposoba zelenogo cherenkovaniya dlya razmnozheniya chernoj smorodiny i oblepihi v usloviyakh Krasnoyarskoj lesostepi: dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.08 / Severo-Kavkazskij zonal'nyj nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i vinogradarstva. Krasnodar, 2013. 154 s.
 22. Ermakov B.S. Biologo-agrotehnicheskie osobennosti tehnologii zelenogo cherenkovaniya drevesnykh rastenij: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. M., 1992. 56 s.
 23. Suchkova S.A. `Effektivnye sposoby vegetativnogo razmnozheniya plodovykh i yagodnykh kul'tur v usloviyakh Tomskoj oblasti: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.07. Barnaul, 2006. 18 s.
 24. Kumpan V.N., Yarceva L.A. Vliyanie sortovykh osobennostej na regeneracionnyuyu sposobnost' zelenykh cherenkov smorodiny chernoj // Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2020. № 2. S. 67–74.
 25. Mistratova N.A., Bopp V.L. Vliyanie sootnosheniya kory k ksileme na okorenenie zelenykh cherenkov kryzhovnika (*Grossularia* Mill.) // Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2017. № 1. S. 39–49.
 26. Baranova O.A. Tehnologiya i sravnitel'naya `effektivnost' sposobov vegetativnogo razmnozheniya chernoj smorodiny v lesostepi Altajskogo kraja: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. Leningrad, 1971. 22 s.
 27. Mistratova N.A. `Ekologicheskaya ocenka primeneniya agromeliorantov pri zelenom cherenkovanii yagodnykh kul'tur // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 5. S. 39–43.
 28. Mistratova N.A. Sovershenstvovanie sposoba zelenogo cherenkovaniya dlya razmnozheniya chernoj smorodiny i oblepihi v usloviyakh Krasnoyarskoj lesostepi. Krasnoyarsk, 2016. S. 11–16.

29. *Lukashev E.S., Gordienkova S.F., Lipnickaya Yu.I.* Osobennosti vegetativnogo razmnozheniya zelenymi i odrevesnevshimi cherenkami // *Sovremennye tendencii molodezhnoj nauki: sb. nauch. tr. nac. konf. Bryansk, 2020. S. 42–45.*
30. *Knyazev S.D., Golyaeva O.D., Zhuk G.P.* i dr. Proizvodstvo ozdorovlennogo posadochnogo materiala yagodnyh i malorasprostranennyh kul'tur. Orel, 2012. S. 108–112.
31. *Timusheva O.K., Zajnullina K.S.* Vliyanie regulyatorov rosta na ukorenenie zelenyh cherenkov sortov smorodiny chernoj pri vyrashchivanii // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2011. T. 28, № 2. S. 257–264.*
32. *Nigmatzyanov R.A., Sorokopudov V.N.* Vliyanie regulyatorov rosta na ukorenenie zelenyh cherenkov smorodiny chernoj // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2017. T. 50. S. 224–228.*
33. *Kosheva O.N.* Primenenie regulyatorov rosta pri zelenom cherenkovanii selekcionnyh sortoobrazcov smorodiny chernoj // *Sibirskij vestnik sel'sko-hozyajstvennoj nauki. 2017. № 2. S. 22–25.*
34. *Guseva N.K., Vasil'eva N.A.* Ispol'zovanie stimulyatorov rosta dlya okoreneniya zelenyh cherenkov smorodiny chernoj // *Sovremennye nauchnye issledovaniya: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii: sb. st. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Penza, 2018. S. 71–73.*
35. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
36. *Rasova S.D., Hurshkajnen T.V.* Vliyanie biologicheski aktivnogo preparata A-1 na ukorenenie cherenkov chernoj i krasnoj smorodiny // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2005. № 6. S. 1–3.*
37. *Suchkova S.A., Mihajlova S.I., Astafurova T.P.* i dr. Sposob zelenogo cherenkovaniya plodovyh i yagodnyh kul'tur: patent na izobretenie RU 2569418 S1. 27.11.2015.
38. *Mistratova N.A.* Vliyanie nanochastic biogennogo ferrigidrita na okorenenie *Ribes nigrum* L. // *Molodezh' i nauka XXI veka: mat-ly Mezhdunar. nauch. konf. Krasnoyarsk, 2018. S. 248–251.*
39. *Mistratova N.A., Gurevich Yu.L., Teremova M.I.* i dr. Opyt ispol'zovaniya nanochastic gidroksida zheleza pri razmnozhenii *Ribes nigrum* L. zelenymi cherenkami // *Vestnik KrasGAU. 2019. № 11. S. 16–23.*
40. *Mistratova N.A.* Rizogenez i morfometricheskie izmeneniya u cherenkov smorodiny chernoj pod vliyaniem nanochastic biogennogo ferrigidrita // *Nauka i obrazovanie: opyt, problemy, perspektivy razvitiya: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Krasnoyarsk, 2019. S. 199–201.*
41. *Suchkova S.A., Astafurova T.P.* Morfologicheskie izmeneniya v cherenkah smorodiny chernoj pod vliyaniem nanochastic oksida cinka // *Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivy ih ispol'zovaniya. 2017. № S13. S. 312–314.*
42. *Mistratova N.A., Romanovskij D.S., Bryuhanov E.V.* i dr. Ispol'zovanie biogumusa kak komponenta substrata pri zelenom cherenkovanii yagodnyh kul'tur // *Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij: sb. III Vseros. (nacional'noj) nauch. konf. Novosibirsk, 2018. S. 113–116.*
43. *Asanica A., Tudor V., Sumedrea D., Teodorescu R.I., Peticila A., Iacob A.* The Propagation of two Red and black Currant Varieties by Hardwood Cuttings Combining Substrate and Rooting Stimulators / *Scientific Papers-Series B-Horticulture. 2017. T. 61. P. 175–181.*
44. *Suchkova S.A., Mikhaylova S.I., Morgalev Yu.N., Astafurova T.P.* Influence of Superfine Materials on the Vegetative Reproduction of black Currant // *Nano Hybrids and Composites. 2017. T. 13. P. 102–107.*
45. *Sofronov A.P.* Vliyanie pochvennogo kondicionera Reasil® Soil Conditioner na ukorenyamost' zelenyh cherenkov yagodnyh kul'tur // *Osnovy i perspektivy organicheskikh biotekhnologij. 2018. № 3. S. 29–31.*
46. *Mukina L.R., Kolesnikova V.L.* Geneticheskie osnovy sozdaniya `ekologicheskii chistykh udobrenij // *Melioraciya i vodnoe hozyajstvo. 2001. № 3. S. 35–36.*
47. *Kolesnikova V.L.* `Ekologicheskaya ocenka primeneniya obogaschennyh ceolitov pod ovoschnye kul'tury: dis. ... kand. biol. nauk. Krasnoyarsk, 1999. 162 s.

