

ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ КОРНЕОБРАЗОВАНИЯ НА УКОРЕНЕНИЕ ЗЕЛЁНЫХ ЧЕРЕНКОВ СОРТОВ СМОРОДИНЫ ЧЁРНОЙ

О.К. Тимушева, ведущий инженер, otimusheva@ib.komisc.ru

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ (ИБ Коми НЦ УрО РАН). 167982, Российская Федерация, Республика Коми, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 28, directorat@ib.komisc.ru

Аннотация

В статье представлены результаты вегетативного размножения методом зелёного черенкования в 2021 году пяти сортов смородины чёрной (*Ribes nigrum* L.) разных селекций в условиях среднетаёжной подзоны Республики Коми. Зелёные черенки смородины были нарезаны в первой декаде июля, затем посажены в холодный парник. Черенки перед посадкой выдерживали в дистиллированной воде, а также использовали стимуляторы корнеобразования Корневин и Эпин-экстра (Эпин). Не учитывая результат по контролю, укоренилось в среднем 76,0...90,4 % и прижилось 66,7...68,8 % черенков от общего числа высаженных. Результаты по укоренению и приживаемости черенков показали важность применения стимуляторов, а также подтвердили их с точки зрения формализованного статистического анализа. В середине второй декады августа были выкопаны черенки каждого сорта, выдержанные перед посадкой в Корневине, Эпине и воде (контроль), определено число корней нулевого и первого порядков, а также измерена длина корней нулевого порядка. Применение стимуляторов корнеобразования положительно сказывается на образование корней нулевого и первого порядков, вне зависимости от сорта смородины, и данное влияние статистически значимо. Наиболее значимое влияние стимуляторов для образования у черенков корней нулевого порядка можно сформулировать относительно сортов Вологда и Элевеста (максимальные среди всех сортов значения по показателю $t_{\text{факт}}$). Для большинства рассматриваемых сортов применение стимуляторов корнеобразования положительно сказывается на средней длине корня черенка, за исключением сортов Элевеста и Лентяй. Для всех сортов в контроле и стимуляторах она составляет в среднем 3,4...6,7 см, при этом разница в средней длине корня в зависимости от контроля и стимулятора корнеобразования составляет 0,1...1,8 см. Стимуляторы корнеобразования Корневин и Эпин эффективны при зелёном черенковании сортов смородины чёрной в среднетаёжной подзоне Республики Коми при использовании в вегетативном размножении.

Ключевые слова: смородина чёрная, сорта, вегетативное размножение, Корневин, Эпин-экстра, укореняемость, приживаемость

THE EFFECTS OF ROOT FORMATION STIMULATORS ON THE ROOTING OF SOFTWOOD CUTTINGS OF BLACK CURRANT CULTIVARS

O.K. Timusheva, lead engineer, otimusheva@ib.komisc.ru

Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center "Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences" (IB Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences). 167982, Russian Federation, Komi Republic, Syktyvkar, GSP-2, Communisticheskaya st., 28, directorat@ib.komisc.ru

Abstract

The article presents the results on vegetative propagation in 2021 by the method of softwood cuttings of five black currant (*Ribes nigrum* L.) cultivars from various selections in the conditions of the middle taiga subzone of the Komi Republic. The softwood currant cuttings were prepared in the first decade of July and then planted in a cold greenhouse. The cuttings were kept in distilled water before planting using the rooting stimulators as Kornevin and Epin-extra (Epin). Without taking into account the result of the control group, about 76.0—90.4 % of softwood cuttings rooted and 66.7—68.8 % of them became acclimatized (survived). The results on rooting and survival of cuttings underlined the importance of stimulants and also confirmed it in view of formalized statistical analysis. In the middle of the second August decade, we dug out the cuttings of each cultivar kept in Kornevin, Epin before planting and those from the control, counted the number of zero- and first-order roots, and measured the length of zero-order roots. The use of root formation stimulants has a positive effect on the number of zero- and first-order roots regardless of the cultivar. It also favors the formation of zero-order roots of the black currant cultivars under consideration; this effect is statistically significant. The most confident conclusions about the significance of stimulants for the formation of zero-order roots in cuttings can be drawn for the cultivars Vologda and Elevesta (the maximum t_{fact} values among all cultivars). For the majority of the studied black currant cultivars, the use of root formation stimulants has a positive effect on the average root length of the cutting except for the cultivars Elevesta and Lentay. For any cultivar with disregard for the environmental conditions, it averages 3.4—6.7 cm. Between the cultivars, the difference in the average root length with regard to the environmental conditions is 0.1—1.8 cm. The rooting stimulants Kornevin and Epin are efficient for vegetative propagation of softwood cuttings of black currant cultivars in the middle taiga subzone of the Komi Republic.

Key words: vegetative propagation, Kornevin, Epin-extra, rooting, survival rate

Введение

Смородина чёрная (*Ribes nigrum* L.) относится к семейству *Grossulariaceae* DC., роду *Ribes* L., подроду *Eucoreosma* Jancz. Она растёт в большинстве районов Евразии и Северной Америки (исключая южные районы и Арктику) (Витковский, 2003).

На территории Республики Коми всего произрастает 4 вида смородин, в том числе *Ribes nigrum* L. – смородина чёрная (Мартыненко, Груздев, 2008). Она произрастает в приручейных смешанных лесах, пойменных ельниках, в осинниках, ольшаниках, лесных

оврагах, по краям низинных болот, на вырубках и гарях, иногда образуя заросли (Мартыненко, 1976). Для получения качественного посадочного материала культурных растений смородины целесообразно осуществлять вегетативное размножение перспективных сортов смородины. Одним из эффективных способов является метод размножения зелёными черенками (Батыгина, Васильева, 2002).

Плоды смородины из-за своего биохимического состава полезны для здоровья человека как непосредственно при употреблении в пищу, так и после переработки в той или иной форме. Полезные свойства и вкусовые качества растения обуславливают интерес к нему со стороны промышленных предприятий, мелких фермерских хозяйств и садоводов-любителей. Данное обстоятельство актуализирует исследование биологии различных сортов смородины в условиях культуры в среднетаёжной подзоне Республики Коми.

Вегетативное размножение – это процесс образования нового растения из части материнского. Оно заключается в увеличении числа особей данного вида или сорта в результате отделения жизнеспособных частей вегетативного тела растения (почек, побегов, корней и т.д.) (Батыгина, Васильева, 2002). Вегетативное размножение позволяет получать однородное потомство плодовых и ягодных растений и сохранять ценные качества форм и сортов.

Ягоды смородины обладают противораковыми свойствами, что даёт возможность использовать плоды смородины в создании препаратов, препятствующих развитию раковых болезней, в особенности рака печени (Bishayee et al., 2011; Jia et al., 2012). Экстракт ягод смородины чёрной на клеточном уровне уменьшает негативное влияние активных форм кислорода, ведущее к гибели клеток (Jia et al., 2014).

Зелёное черенкование основано на естественной способности растений к регенерации – восстановлению утраченных органов или частей, образованию целостных растений из облиственных стеблевых черенков после формирования придаточных корней. Регенерация проявляется неодинаково и зависит от многих факторов: жизненной формы, наследственных особенностей, возраста, состояния маточных растений, условий укоренения и пр. Зелёное черенкование способствует также оздоровлению посадочного материала: растущие побеги в меньшей степени заселены вредителями (такими, как стеклянница, галлица, почковый клещ), чем одревесневшие. Данная технология обеспечивает не только высокий коэффициент размножения, но и более короткий период выращивания (Аладина, 2013).

Некоторые экологически безопасные препараты, в числе которых Эпин, Циркон, высоко эффективны в качестве стимуляторов корнеобразования и могут заменить синтетические ауксины (β -ИУК, β -ИМК), широко применяемые в технологии зелёного черенкования. Укореняемость должна быть не менее 60...90 %, а выход стандартных саженцев – не ниже 30...40 % от исходного числа черенков (Аладина, 2013).

Установлено, что способность к размножению зелёными черенками определяется не только наследственными особенностями, но также возрастом и физиологическим состоянием материнских растений (Аладина, 2006). Большую роль играет возраст маточников. Как правило, растения на ранних стадиях своего онтогенеза проявляют высокую регенерационную способность, которая в дальнейшем, по мере старения, снижается. В связи с этим маточники, в зависимости от жизненной формы растений, целесообразно использовать до 5–12-летнего возраста (Аладина, 2013).

Материалы и методы

Исследования были проведены в районе г. Сыктывкара в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН в 2021 г. Данная территория относится к достаточно

увлажнённом району, среднегодовая сумма осадков здесь – 500...600 мм, из которых 400...450 мм выпадает в тёплый период года. Почвы на участке ботанического сада в основном дерново-подзолистые, глееватые, среднекультуренные, суглинистого механического состава. Начало вегетационного периода со среднесуточной температурой выше +5 °С, как правило, отмечается в последней декаде апреля. Его продолжительность в среднем составляет 150 дней, сумма суточных температур за этот период – 1800 °С. Продолжительность периода активной вегетации со среднесуточными температурами +10 °С изменяется от 90 до 110 дней, сумма суточных температур в этот период – 1450 °С (Атлас..., 1997).

Среднегодовая температура в районе Сыктывкара в 2021 году составила +1,1 °С, что выше нормы (+0,3 °С). Июль оказался умеренно жарким: среднесуточная температура воздуха составила +17,4 °С, что выше нормы на 0,8 °С. В июле выпало 66 мм осадков (дожди), что близко к норме. Вегетационный период в 2021 году продолжался 182 дня, что на 32 дня больше нормы, сумма эффективных температур (выше 5 °С) составила 2231° (в 2,1 раза больше нормы). Сумма активных температур выше 10 °С составила 2117 °С (в 1,4 раза больше нормы).

В укоренении зелёных черенков определяющую роль играет срок черенкования. Лучшим сроком зелёного черенкования смородины чёрной для Северо-Запада РФ является вторая-третья декада июля (Поздняков, 1985). В условиях подзоны средней тайги Республики Коми лучшим сроком зелёного черенкования является первая-вторая декада июля, в зависимости от погодных условий (Тимушева, Зайнуллина, 2012).

В первой декаде июля, когда был проведён опыт с зелёным черенкованием, среднесуточная температура воздуха была +17,4 °С. Разница между максимальной и минимальной температурами воздуха в данной декаде составила 25,5 °С. Было отмечено 8 дней с дождями (27 мм). В целом, погода для укоренения черенков была благоприятной.

В данной работе термин корнеобразование (укореняемость) обозначает долю числа черенков с образовавшимися корнями нулевого порядка (придаточными корнями) в общем количестве высаженных черенков данного сорта. Под термином приживаемость понимается доля числа черенков с корнями как нулевого, так и первого порядка (которые образовались от нулевых корней) в общем количестве высаженных черенков данного сорта.

Целью работы является выявление характера влияния стимуляторов корнеобразования Корневин и Эпин-экстра (Эпин) на корнеобразование и приживаемость зелёных черенков сортов смородины чёрной в подзоне средней тайги Республики Коми.

Сорта и условия проведения опыта

Объектами исследований были пять сортов смородины чёрной различной селекции: Сеянец Голубки, Элевеста, Вологда, Наследница и Лентяй (таблица 1). Данные сорта являются продуктивными, крупноплодными и перспективными для выращивания в среднетаёжной подзоне Республики Коми. Сорта Сеянец Голубки и Наследница по генетической группе являются сортами-гибридами между европейским и сибирским подвидами смородины чёрной и смородиной дикушей: *Ribes nigrum subsp. europaeum* Jancz. × *Ribes nigrum subsp. sibiricum* Wolf E. × *Ribes dikuscha* Fisch. (Огольцова, 1992). Сорта Вологда, Элевеста, Лентяй представляют собой сорта-гибриды между европейским, сибирским и скандинавским подвидами смородины чёрной и смородиной дикушей: *R. nigrum subsp. europaeum* Jancz. × *R. nigrum subsp. sibiricum* Wolf E. × *R. nigrum subsp. scandinavicum* × *Ribes dikuscha* Fisch. (Огольцова, 1992).

Таблица 1 – Сорты смородины чёрной, ставшие объектами исследования

№ пп.	Сорт	Оригинатор
1	Сеянец Голубки	ФГБНУ ФАНЦА
2	Вологда	ФГБНУ ВСТИСП
3	Наследница	ФГБНУ ВСТИСП
4	Элевеста	ФГБНУ ФНЦ им. И.В. Мичурина
5	Лентяй	ФГБНУ ВНИИСПК

Для изучения черенков использовались методические указания ВНИИР им. Н.И. Вавилова, составленные М.Н. Плехановой (1989 г.). В ходе исследования определялась динамика корнеобразования у зелёных черенков сортов смородины чёрной: число корней нулевого порядка, суммарная длина корней нулевого порядка, число корней первого порядка (через 50 дней после посадки черенков, во второй декаде августа).

Число корней нулевого порядка в данной работе выступает в качестве критерия укоренения черенка (укореняемости, корнеобразования). Показатели суммарной длины корней нулевого порядка и средней длины корня являются дополнительными индикаторами укоренения. Корни первого порядка образуются от нулевых корней и являются критерием приживаемости черенка.

В первой декаде июля 2021 г. было проведено зелёное черенкование пяти сортов смородины чёрной в холодный парник. Кусты смородины, от которых брали зелёные черенки, были посажены 5 лет назад. Зелёные побеги сортов брали в утренние часы, затем их нарезали на черенки длиной от 12 до 16 см, с тремя – пятью почками.

В качестве субстрата для черенков использовали смесь речного песка с торфом в пропорции 1:1. Субстрат слоем 3,5...4,0 см насыпали поверх торфоперегнойной земли. Схема посадки: 20 × 5 см. На следующий день после обработки черенки высаживали в парник на глубину 2 см наклонно под углом до 45° во влажную почву. Сверху черенки укрывали материалом «Агротекс» и обильно поливали водой.

Стимуляторами корнеобразования в опыте служили препараты Корневин и Эпин-экстра (Эпин). В качестве контроля использовалась дистиллированная вода.

Смоченные в воде черенки перед посадкой погружали нижней частью в препарат Корневин (представляет собой порошок). Раствор Эпина был приготовлен согласно инструкции (1 мл на 2 л воды). Черенки выдерживались в Эпине (20 часов при температуре раствора 20...24 °С) и на следующий день были высажены.

Процесс корнеобразования начался спустя 16...18 дней. Через три недели после посадки, в третьей декаде июля (26.07), мы отмечали процент укоренившихся черенков, через семь недель после посадки (23.08) – процент приживаемости от числа высаженных черенков. В середине второй декады августа были выкопаны черенки каждого сорта, выдержанные перед посадкой в Корневине, Эпине и воде (контроль), определено число корней нулевого и первого порядков, а также измерена длина корней нулевого порядка.

Методика обработки данных

В процессе получения результатов и их оценки в соответствии с целью исследования использовались: регистрация наблюдений, графический метод представления и анализа собранной информации, методы группировки, сравнения и расчёта показателей, характеризующих разброс данных в совокупности (средняя, стандартные отклонения и ошибка).

Целесообразность использования стимуляторов корнеобразования тестируется в данной работе по признакам числа и длины корней нулевого порядка черенков по методике,

применяемой при статистической оценке значимости различий между генеральными совокупностями по средним их выборкам. Оценка существенности отличий между двумя совокупностями осуществляется с помощью критерия существенности разности средних двух наборов данных при наличии несопряжённых (независимых) выборок (Доспехов, 1985; Рязанова и др., 2013). В данной работе единицами совокупностей выступают регистрируемые данные о числе и длине корней, по каждому из пяти наблюдаемых сортов смородины чёрной, после использования стимуляторов корнеобразования и выдержки черенков в воде (контроль).

Для утверждения о значимости влияния стимулятора корнеобразования на укореняемость зелёных черенков сортов смородины чёрной требуется отклонить нулевую гипотезу, такую, что различия между выборочными средними несущественны. В случае отклонения нулевой гипотезы, применение данного стимулятора корнеобразования оценивается целесообразным.

Методика состоит в расчёте средних и их разницы по двум сравниваемым выборкам объектов наблюдения. В данной работе первая выборка содержит объекты с применением стимулятора корнеобразования, вторая – при выдержке черенков в воде (контроль):

$$d = \bar{x}_1 - \bar{x}_2 \quad (1),$$

где: d – разница между средними двух выборок; \bar{x}_1 – средняя первой выборки (выдержка в стимуляторе корнеобразования); \bar{x}_2 – средняя второй выборки (выдержка в воде).

Далее находится стандартная ошибка средней по двум выборкам, рассчитываемая как корень из суммы стандартных ошибок средних по наблюдениям каждой выборки:

$$S_d = \sqrt{S_{x1}^2 + S_{x2}^2} \quad (2),$$

где: S_d – ошибка разности; S_{x1} – стандартная ошибка средней по первой выборке; S_{x2} – стандартная ошибка средней по второй выборке.

Далее вычисляется критерий существенности разности:

$$t_{\text{факт}} = \frac{d}{S_d} \quad (3).$$

Полученная величина сравнивается с табличным значением t -статистики Стьюдента:

$$t_{\text{факт}} \geq t_{\text{табл}}(n_1 + n_2 - 2; 1 - \alpha) \quad (4),$$

где: $t_{\text{табл}}(n_1 + n_2 - 2; 1 - \alpha)$ – табличное значение t -статистики Стьюдента с числом степени свободы, соответствующим сумме объёмов двух выборок n_1 и n_2 , и уровнем значимости $(1 - \alpha)$.

Если $t_{\text{факт}} \geq t_{\text{табл}}$ при данном числе наблюдений и уровне значимости, то нулевая гипотеза опровергается, различия в двух наблюдениях признаются статистически значимыми, применение стимулятора корнеобразования оправдано. Если $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$, то нулевая гипотеза принимается, различия в двух наблюдениях являются статистически незначимыми, применение стимулятора не приводит к существенным положительным изменениям и поэтому нерационально. В данной работе при тестировании гипотез был использован уровень значимости 5 % (доверительная вероятность – 95 %).

Таким образом, для обоснования вывода о том, что применение данного стимулятора корнеобразования (Корневин или Эпин) целесообразно, требуется, чтобы разница между выборочными средними по данному сорту до и после применения стимулятора (1) была достаточно большой, чтобы после соотнесения её с корнем из суммы квадратов стандартных ошибок ((2) и (3)) она превысила критическую величину, определяемую по статистической таблице.

Результаты и их обсуждение

Укореняемость и приживаемость черенков

Спустя 16...19 дней после посадки черенков на них образовались корни. В нашем опыте укоренилось в среднем 74,7...90,9 %, прижилось 59,3...67,6 % черенков от числа высаженных в контроле и в вариантах с использованием стимуляторов корнеобразования, учитываемых вместе. Не учитывая результат по контролю, укоренилось в среднем 76,0...90,4 % и прижилось 66,7...68,8 % черенков от общего числа высаженных.

В среднем по пяти сортам, укореняемость зелёных черенков в Корневине оказалась выше по сравнению с контролем в 1,2 раза, с Эпином – 1,1 раза (рисунок 1).

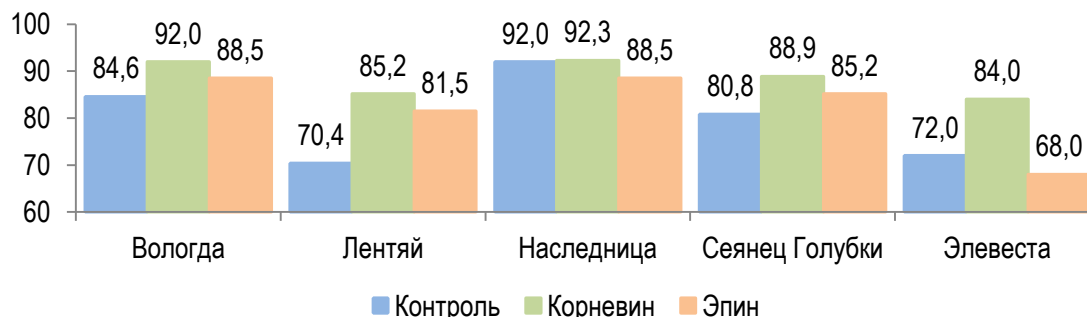


Рисунок 1 – Укореняемость зелёных черенков (26 июля), %

Укореняемость черенков в Корневине больше, чем в Эпине и контроле, за исключением сорта Наследница.

По сорту Наследница наибольшая укореняемость фиксировалась в Корневине, затем в контроле, она больше, чем в Эпине на 3,8 % и 3,5 % соответственно. У сорта Элевеста укореняемость черенков в Эпине меньше, чем в контроле на 4 %, в Корневине она больше, чем в контроле на 12 %. В Эпине у сорта Лентяй укореняемость черенков выше, чем в контроле на 11,1 %, в Корневине – почти на 15 %. У сортов Вологда и Сеянец Голубки применение Эпина вместо замачивания в воде (контроль) не даёт эффекта роста укореняемости.

В целом, увеличение укореняемости черенков в результате применения Корневина заметно при сравнении с укореняемостью в контроле, эффект применения Эпина заметен только для сорта Лентяй. Применение Корневина представляется целесообразным при размножении сортов Лентяй, Элевеста, Сеянец Голубки и Вологда.

Приживаемость зелёных черенков при применении стимуляторов корнеобразования оказалась выше, чем в контроле (до 1,7 раз), за исключением сорта Вологда (в Эпине). Количественно, если приживаемость черенков в контроле составила от 44,4 до 65,4 % от общего числа высаженных черенков, то приживаемость в Корневине – от 73,1 до 77,8 %, Эпине – от 59,3 до 61,5 % (рисунок 2).

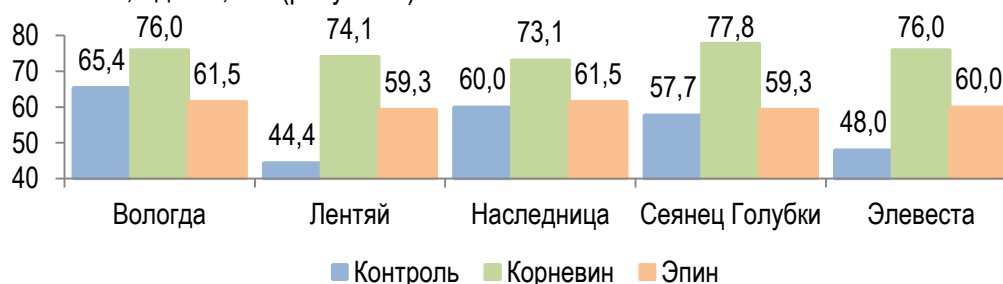


Рисунок 2 – Приживаемость зелёных черенков (23 августа), %

Приживаемость черенков в Корневине была больше по сравнению с Эпином и контролем по сортам Сеянец Голубки, Вологда, Элевеста и оказалась максимальной среди всех сортов и стимуляторов (здесь прижилось 76,0...77,8 % от числа высаженных черенков). По сорту Вологда наиболее предпочтительным в итоге оказался Корневин, затем вода (контроль). При сравнении Корневина и Эпина, приживаемость при действии первого у сортов Сеянец Голубки и Элевеста была в 1,3 раза, сортов Вологда, Наследница и Лентяй – в 1,2 раза больше.

В целом, применение Корневина и Эпина оказывает благоприятное воздействие на приживаемость черенков, но, в отличие от оценки эффекта стимуляторов на этапе корнеобразования (укореняемости), данный вывод менее очевиден. При воздействии Корневина приживаемость в количественном выражении оказывается максимальной. Как на этапе укоренения, так и этапе приживаемости черенков действие стимуляторов корнеобразования примерно сопоставимо между собой – результаты опыта не позволяют говорить о предпочтительности использования какого-либо конкретного стимулятора при размножении зелёным черенкованием, и выбор зависит от сорта смородины.

Число и длина корней черенков

Применение стимуляторов корнеобразования положительно сказывается на числе корней нулевого и первого порядков, вне зависимости от сорта смородины (рисунок 3).

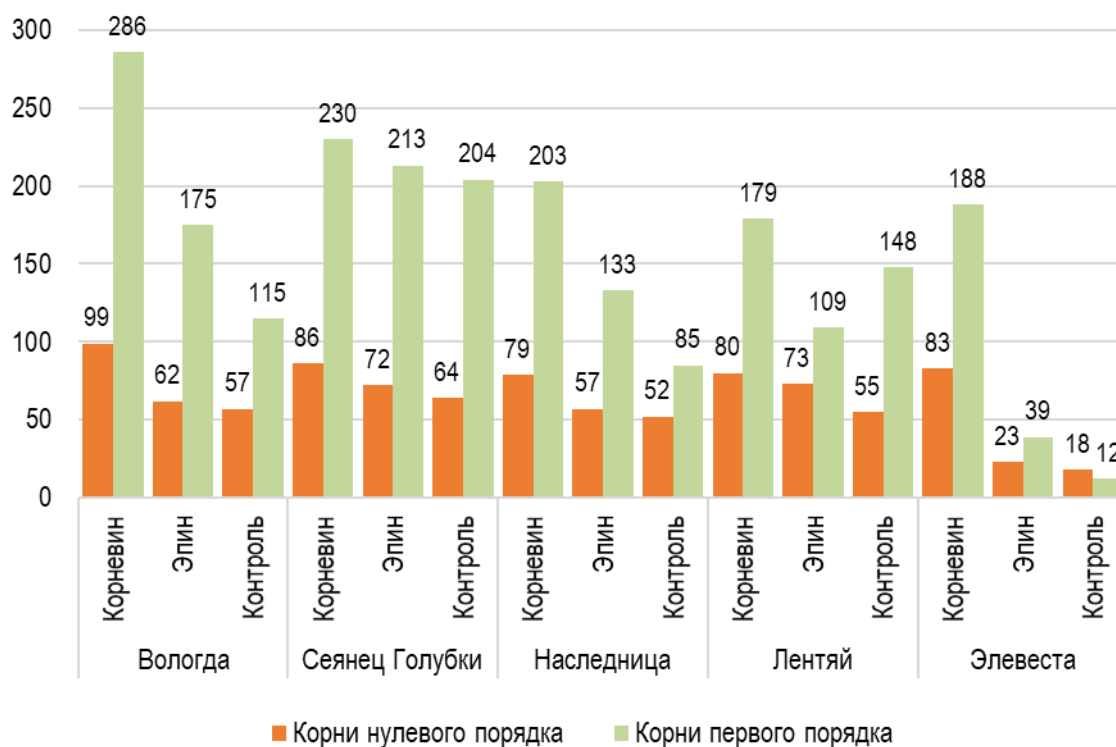


Рисунок 3 – Число корней нулевого и первого порядков, шт.

При использовании стимулятора корнеобразования (Корневина или Эпина) образуется заметно большее количество корней, чем при выдержке черенка в воде (контроль). Так как число корней первого порядка зависит от числа «нулевых» корней, значимость стимуляторов для данного показателя (числа корней первого порядка) выражена ещё более ярко.

Максимальное число корней у черенков (в среднем как в воде (контроль), так и по стимуляторам) фиксировалось у сорта Вологда, оно было больше, чем у сорта с наименьшим числом корней – Элевеста в контроле и Эпине – примерно в 5,5 и 4,4 раза соответственно. Количество корней первого порядка у сорта Вологда в 23,8 и 7,4 раза больше, чем у сорта Элевеста в контроле и Эпине соответственно.

В среднем, от каждого корня нулевого порядка образуется 1...3 корня первого порядка, и в данном аспекте влияние стимуляторов не отличается от влияния контроля. В то же время сорт Сеянец Голубки при воздействии как воды, так и стимуляторов корнеобразования создаёт наибольшее (среди сортов) количество корней первого порядка (примерно 3 шт.). Рост корней первого порядка при воздействии стимуляторов наблюдается также у сорта Вологда. Таким образом, для некоторых сортов положительное влияние стимуляторов выражается в увеличении числа корней первого порядка.

Оценка существенности отличий между числом образовавшихся у черенка корней нулевого порядка и средней длиной корня при применении стимулятора корнеобразования (Корневина или Эпина) с одной стороны или обычной выдержке черенка в воде (контроль) с другой, осуществляется с помощью расчёта критерия существенности разности средних двух наборов данных.

Применение стимуляторов корнеобразования Корневин и Эпин положительно влияет на образование корней нулевого порядка у рассматриваемых сортов смородины чёрной, и данное влияние статистически значимо (таблица 2). Наиболее уверенные выводы о значимости стимуляторов для образования у черенков корней нулевого порядка можно сформулировать относительно сортов Вологда и Элевеста (максимальные среди всех сортов значения по показателю $t_{\text{факт}}$).

По всем пяти сортам смородины чёрной влияние Корневина на образование корней нулевого порядка оказывается более сильным, чем влияние Эпина (расчётные значения $t_{\text{факт}}$ по Корневину заметно превышают аналогичные величины по Эпину). Расчёты по Эпину по сорту Лентяй немного превышают контрольное значение ($t_{\text{табл}}$), у остальных сортов они ниже $t_{\text{табл}}$, что говорит о слабой роли данного стимулятора в корнеобразовании и выводе о незначимости Эпина при увеличении доверительной вероятности расчётов (превышения текущей нижней границы в 95 %). А для сорта Элевеста в Эпине число корней образовалось меньше, чем в контроле в 2,8 раза ($t_{\text{факт}}$ имеет отрицательное значение).

Таблица 2 – Анализ влияния стимулятора корнеобразования на число корней нулевого порядка

Сорт	Стимулятор	D	S _d	$t_{\text{факт}}$	$t_{\text{табл}}$	Вывод о влиянии стимулятора
Сеянец Голубки	Корневин / контроль	22,7	5,2	4,34	2,78	значим
	Эпин / контроль	8,7	4,5	1,91	2,78	не значим
Элевеста	Корневин / контроль	19,7	3,2	6,05	2,78	значим
	Эпин / контроль	-41,0	3,1	-13,04	2,78	не значим
Вологда	Корневин / контроль	42,0	6,6	6,32	2,78	значим
	Эпин / контроль	5,0	6,8	0,74	2,78	не значим
Наследница	Корневин / контроль	27,0	8,9	3,04	2,78	значим
	Эпин / контроль	5,3	9,8	0,54	2,78	не значим
Лентяй	Корневин / контроль	24,7	5,4	4,57	2,78	значим
	Эпин / контроль	18,3	4,8	3,84	2,78	значим

Менее однозначные выводы о роли стимуляторов корнеобразования можно сделать относительно показателя средней длины корня нулевого порядка у черенка. Для

большинства рассматриваемых сортов применение стимуляторов корнеобразования положительно сказывается на средней длине корня черенка, за исключением сортов Элевеста и Лентяй (рисунок 4). У сорта Лентяй средняя длина корня нулевого порядка не отличается в контроле и стимуляторах корнеобразования, у сорта Элевеста она почти одинаковая в контроле и Эпине.

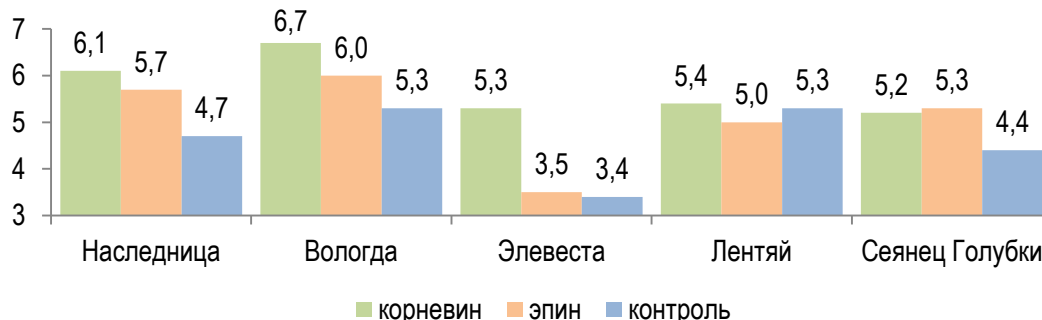


Рисунок 4 – Средняя длина корня нулевого порядка у черенка, см

Рассматриваемые сорта не показывают заметных различий в части показателя средней длины корня. Для всех сортов она составляет в среднем 3,4...6,7 см, при этом для всех сортов разница в средней длине корня в зависимости от стимулятора корнеобразования составляет 0,1...1,8 см. Поэтому хотя выбор стимулятора и зависит от сорта смородины чёрной, для сорта Лентяй данный вопрос является неактуальным, так как в контроле длина корня была больше, чем в Эпине.

Максимальная длина корня нулевого порядка в контроле составила 5,3 см у сортов Вологда и Лентяй (рисунок 4). В стимуляторах корнеобразования эта величина была равна 6,0 и 6,7 см у сорта Вологда в Эпине и Корневине соответственно. Максимальная разница длины корня в контроле и Корневине отмечена у сорта Элевеста – 1,9 см, однако роль Эпина для данного сорта не имеет значения, так как длина корня нулевого порядка в среднем почти одинаковая.

Таблица 3 – Анализ влияния стимулятора корнеобразования на среднюю длину корневой нулевого порядка

Сорт	Стимулятор	D	S _d	t _{факт}	t _{табл}	Вывод о влиянии стимулятора
Сеянец Голубки	Корневин / контроль	0,8	0,6	1,33	2,78	не значим
	Эпин / контроль	0,9	0,5	2,0	2,78	не значим
Элевеста	Корневин / контроль	1,9	0,2	9,17	2,78	значим
	Эпин / контроль	0,1	0,1	1,0	2,78	не значим
Вологда	Корневин / контроль	1,4	0,6	2,21	2,78	не значим
	Эпин / контроль	0,6	0,6	1,03	2,78	не значим
Наследница	Корневин / контроль	1,4	0,3	5,13	2,78	значим
	Эпин / контроль	1,0	0,1	9,17	2,78	значим
Лентяй	Корневин / контроль	0,1	0,2	0,51	2,78	не значим
	Эпин / контроль	-0,4	0,3	-1,11	2,78	не значим

Опыт по оценке эффекта стимуляторов на корнеобразование в зелёном черенковании сортов смородины чёрной стартовал в начале июля – наиболее благоприятный период с точки зрения метеорологических условий в районе исследований. Данный временной отрезок опережает на одну декаду рекомендуемый срок черенкования в общих

климатических условиях Северо-Запада Российской Федерации. К началу третьей декады июля на черенках всех сортов мы фиксировали образование корней нулевого порядка, и спустя месяц, к началу третьей декады августа, выросли корни первого порядка.

В нашем опыте корнеобразование началось относительно поздно (через 16...18 дней), по сравнению с более комфортными условиями закрытого грунта в условиях теплицы, где образование корней наблюдается примерно через 10 дней.

Процесс укоренения соответствовал принятому стандарту, указывающему, что не менее 60 % высаженных черенков должно быть укоренено. При этом укоренение черенков в стимуляторах и контроле отличалось друг от друга незначительно. В то же время количественно показатель приживаемости существенно превысил предполагаемые значения – по сравнению со стандартом в 40 % от посаженных черенков, у сорта Элевеста, наименее успешно показавшему себя, прижилась почти половина черенков в контроле, а все сорта прижились со средним показателем в 64 % в воде и стимуляторах корнеобразования, и почти в 68 % в стимуляторах корнеобразования.

Применение Корневина и Эпина оказывает благоприятное воздействие на укореняемость и приживаемость черенков. На этапе укоренения оно выражено более ярко, чем на этапе приживаемости. Выбор стимулятора для получения максимального числа прижившихся черенков зависит от сорта смородины: Корневин целесообразно использовать при размножении всех сортов, Эпин – для сортов Сеянец Голубки, Элевеста, Лентяй, замачивание в воде – Вологда, Наследница.

Результаты по укоренению и приживаемости черенков показали важность применения стимуляторов, а также подтвердили их с точки зрения формализованного статистического анализа.

Решающее значение о выводах относительно роли стимуляторов корнеобразования в зелёном черенковании сортов смородины чёрной имеют количественные подсчёты числа и длины образовавшихся корней на черенках в соответствии с методикой обработки данных.

Число корней нулевого порядка у рассматриваемых сортов смородины чёрной зависит от применения стимуляторов корнеобразования, и у ряда из них оно оказывает дополнительное положительное воздействие на образование корней первого порядка. Рост числа корней нулевого порядка статистически значим для всех сортов, данное свойство наиболее ярко выражено в части стимуляторов у Корневина, в части сортов – у Элевесты, Наследницы и Вологды. Средняя длина корня нулевого порядка у черенка в общем случае так же зависит от применения стимуляторов, но исключением является сорт Лентяй, у которого длина корня не зависит от применения стимулятора. Для черенков данного сорта применение стимуляторов вместо дистиллированной воды не приводит к существенно лучшему результату в части роста средней длины корня нулевого порядка. У черенков сорта Элевеста длина корней была больше при использовании Корневина. Как и в части количества корней, зависимость их длины от Корневина отчётливо проявляется у сортов Наследница и Вологда. Длина корня нулевого порядка в Эпине была больше у сортов Сеянец Голубки, Вологда, Наследница, чем в контроле.

В таблице 4 дана характеристика влияния стимуляторов на черенки сортов смородины чёрной. В верхних строчках указаны сорта, наиболее перспективные для выращивания в условиях с точки зрения климата Республики Коми. Сорт оценивался как более перспективный, если демонстрировал высокую степень приживаемости, а параметры корнеобразования (число и длина корней) оказывались нечувствительными к стимулятору корнеобразования. В этом случае у сорта существует большой потенциал роста корнеобразования.

У всех сортов отмечена высокая степень укореняемости – больше 75 %, а также высокая приживаемость – больше 50 %. Корневин оказался важным фактором образования корней

нулевого порядка по всем рассматриваемым сортам, поэтому сорта группировались в три группы по роли стимуляторов для показателя средней длины корня нулевого порядка.

Таблица 4 – Характеристика сортов смородины чёрной в зависимости от влияния стимуляторов на укореняемость и приживаемость

Сорт	Количественная характеристика, в среднем по двум стимуляторам, %		Качественная характеристика, в среднем по двум стимуляторам		Роль стимуляторов для:	
	У	П	У	П	длины корней нулевого порядка	числа корней нулевого порядка
Вологда	90,3	68,8	высокая	высокая	не важны К и Э	важен К
Сеянец Голубки	87,1	68,6	высокая	высокая	не важны К и Э	важен К
Лентяй	83,4	66,7	высокая	высокая	не важны К и Э	важны К и Э
Элевеста	76,0	68,0	высокая	высокая	важен К	важен К
Наследница	90,4	67,3	высокая	высокая	важны К и Э	важен К

Примечание – У – укореняемость, П – приживаемость, К – Корневин, Э – Эпин.

К первой группе отнесены сорта Вологда, Сеянец Голубки, для роста корней нулевого порядка которых не важны Корневин и Эпин. Для сорта Лентяй также не важны Корневин и Эпин для роста корней нулевого порядка, но для образования корней нулевого порядка кроме Корневина был важным стимулятором также Эпин, поэтому сорт Лентяй отнесён к второй группе. В третью группу вошли сорта Элевеста и Наследница, для роста корней нулевого порядка которых важны стимуляторы.

Сорта Вологда и Сеянец Голубки по результатам опыта не являются чувствительными к стимуляторам для роста корней нулевого порядка, что позволяет охарактеризовать эти сорта как наиболее перспективные для выращивания в условиях климата Республики Коми с учётом изучаемых в данной работе признаков (показателей размножения зелёным черенкованием).

Корневин и Эпин, будучи экологически относительно безопасными препаратами, подтвердили свою эффективность в качестве стимуляторов корнеобразования при зелёном черенковании сортов смородины чёрной в среднетаёжной подзоне Республики Коми. При этом их наиболее эффективное применение требует избирательного подхода с учётом конкретного сорта смородины. Так как для наиболее перспективных сортов – Сеянец Голубки и Вологда, – применение Корневина приводит к получению максимального числа прижившихся черенков, Корневин можно оценить, как относительно (по сравнению с Эпином) более эффективный стимулятор корнеобразования.

Возраст маточных растений для исследуемых черенков составил 8...9 лет, рекомендуется 5...12 лет. Помимо более пристального внимания к растениям – источникам черенков, для более достоверных оценок влияния стимуляторов требуется регистрация наблюдений в течение нескольких сезонов, с особым вниманием к погодным условиям и их влиянием на корнеобразование. Это требует расширения временного периода исследований и продолжения его в последующих сезонах.

Выводы

Результаты оценки характера влияния стимуляторов корнеобразования на приживаемость зелёных черенков смородины чёрной в средней подзоне тайги Республики Коми позволяют сформулировать следующие выводы:

- Показатели укоренения и приживаемости черенков соответствовали, а по некоторым сортам превысили стандартные значения.
- Эффект действия стимуляторов на укоренение и приживаемость зелёных черенков положителен и различается в зависимости от сорта смородины.
- Применение стимуляторов влияет на образование корней нулевого порядка у всех сортов (в части количества корней).
- У всех сортов стимуляторы вызывают дополнительное образование корней первого порядка.
- Применение стимуляторов влияет на среднюю длину корня нулевого порядка для сортов Наследница, Элевеста. У сортов Вологда, Сеянец Голубки, Лентяй длина корня не зависит от применения стимулятора.

Таким образом, стимуляторы корнеобразования Корневин и Эпин при зелёном черенковании сортов смородины чёрной в среднетаёжной подзоне Республики Коми эффективны при использовании в вегетативном размножении.

Исследования выполнены на базе УНУ «Научная коллекция живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН», регистрационный номер 507428 и в рамках государственного задания по теме «Репродуктивный потенциал ресурсных растений при интродукции на европейском Северо-Востоке» Номер гос. регистрации 122040600020-7.

The studies were carried out on the basis of the unique scientific collection “Scientific Collection of Living Plants at the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences”, registration number 507428 and within the frames of the state assignment on the topic “Reproductive potential of resource plants during introduction in the European North-East”, state registration number 122040600020-7.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Аладина О.Н. Влияние возраста маточных растений на регенерационную способность крыжовника // Известия ТСХА. 2006. № 4. С. 47-58. EDN: [HVSPPX](#).
2. Аладина О.Н. Оптимизация технологии зелёного черенкования садовых растений // Известия ТСХА. 2013. № 4. С. 5-22. EDN: [RCLYSR](#).
3. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии / под ред. А.А. Братцева. М.: Дрофа, 1997. 115 с.
4. Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений. СПб . : Издательство Санкт-Петербургского университета, 2002. 232 с.
5. Витковский В.Л. Плодовые растения мира. СПб. : Издательство Лань, 2003. 592 с. EDN: [QKVQRJ](#)
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с. EDN: [ZJQBUD](#).
7. Мартыненко В.А. Сем. 48. Grossulariaceae DC. – Крыжовниковые // Флора северо-востока европейской части СССР: в 4 томах. Т. 3. Семейства Nymphaeaceae – Hippuridaceae / под ред. Толмачева А.И. Л.: Наука, 1976. С. 100-104.
8. Мартыненко В. А., Груздев Б.И. Сосудистые растения Республики Коми. Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2008. 136 с. EDN: [QKRKTR](#).
9. Огольцова Т.П. Селекция чёрной смородины – прошлое, настоящее, будущее. Тула: Приокское книжное издательство, 1992. 384 с.
10. Плеханова М.Н. Маточные насаждения и технология размножения синей жимолости

- (методические указания). Л. : ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 1989. 34 с.
11. Поздняков А.Д. Смородина. М. : Агропромиздат, 1985. 128 с.
 12. Рязанова Л.Г., Проворченко А.В., Горбунов И.В. Основы статистического анализа результатов исследований в садоводстве. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2013. 61 с.
 13. Тимушева О.К., Зайнуллина К.С. Роль Эпин-экстра в зелёном черенковании смородины чёрной в подзоне средней тайги Республики Коми // Актуальные проблемы экологии: материалы VIII международной научно-практической конференции. Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2012. С. 70-72.
 14. Bishayee A., Roslin T.M., Thoppil J., Haznagy-Radnai E., Sipos P., Darvesh A.S., Folkesson H.G., Hohmann J. Anthocyanin-rich black currant (*Ribes nigrum* L.) extract affords chemoprevention against diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinogenesis in rats // The Journal of Nutritional Biochemistry. 2011. Vol. 22, № 11. P. 1035-1046. DOI:10.1016/j.jnutbio.2010.09.001.
 15. Jia N., Li T., Diao X., Kong B. Protective effects of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract on hydrogen peroxide-induced damage in lung fibroblast MRC-5 cells in relation to the antioxidant activity // Journal of Functional Foods. 2014. Vol. 11. P. 142-151. DOI:10.1016/j.jff.2014.09.011.
 16. Jia N., Xiong Y.L., Kong B., Liu Q., Xia X. Radical scavenging activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on gastric cancer cell proliferation via induction of apoptosis // Journal of Functional Foods. 2012. Vol. 4, № 1. P. 382-390. DOI:10.1016/j.jff.2012.01.009.

References

1. Aladina, O.N. (2006). Matrix gooseberry plants age influence upon gooseberry regenerative capa city. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 4, 47-58. EDN: [HVSPPX](#). (In Russian, English abstract).
2. Aladina, O.N. (2013). Optimization of propagation technology of garden plants by herbaceous cuttings. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 4, 5-22. EDN: [RCLYSR](#). (In Russian, English abstract).
3. Bratcev, A.A. (Ed.). (1997). *Atlas of the Komi Republic on Climate and Hydrology*. Moscow: Drofa. (In Russian).
4. Batygina, T.B., & Vasilyeva, V.E. (2002). *Plant reproduction*. St. Petersburg: St. Petersburg University Publishing House. (In Russian).
5. Vitkovsky, V.L. (2003). *Fruit plants of the world*. St. Petersburg: Lan. (In Russian).
6. Dospekhov, B.A. (1985). *Field experience technology (with bases of statistical processing of research results)*. Moscow: Agropromizdat. EDN: [ZJQBUD](#). (In Russian).
7. Martynenko, V.A. (1976). Sem. 48. Grossulariaceae DC. – Gooseberries. In A.I. Tolmatshev (Eds.), *Flora of the northeast of the European part of the USSR. Vol. III. Family Nymphaeaceae - Hippuridaceae* (pp. 100-104). Leningrad: Nauka. (In Russian).
8. Martynenko, V.A., & Gruzdev, B.I. (2008). *Vascular plants of the Komi Republic*. Syktyvkar: Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. EDN: [QKRKTR](#). (In Russian).
9. Ogoltsova, T.P. (1992). *Black currant breeding – the past, present and future*. Tula: Priokskoe knizhnoe izdatelstvo. (In Russian).
10. Plekhanova, M.N. (1989). *Mother plantations and breeding technology of blue honeysuckle (Guidelines)*. Leningrad: N.I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant Industry. (In Russian).
11. Pozdnyakov, A.D. (1985). *Currant*. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
12. Ryazanova, L.G., Provorchenko, A.V., & Gorbunov, I.V. (2013). *Fundamentals of statistical*

- analysis of research results in horticulture*. Krasnodar: Kuban State Agrarian University. (In Russian).
13. Timusheva, O.K., & Zainullina, K.S. (2012). The role of Epin-extra in green cutting of black currant in the middle taiga subzone of the Komi Republic. In *Actual Problems of Ecology: materials of the VIII International scientific and practical conference* (pp. 70-72). Grodno: Grodno State University named Ya. Kupala. (In Russian).
 14. Bishayee, A., Roslin, T.M., Thoppil, J., Haznagy-Radnai, E., Sipos, P., Darvesh, A.S., Folkesson, H.G., & Hohmann, J. (2011). Anthocyanin-rich black currant (*Ribes nigrum* L.) extract affords chemoprevention against diethylnitrosamine-induced hepatocellular carcinogenesis in rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(11), pp. 1035-1046. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.09.001>.
 15. Jia, N., Li, T., Diao, X., & Kong, B. (2014). Protective effects of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract on hydrogen peroxide-induced damage in lung fibroblast MRC-5 cells in relation to the antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 11, 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.011>.
 16. Jia, N., Xiong, Y. L., Kong, B., Liu, Q., & Xia, X. (2012). Radical scavenging activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on gastric cancer cell proliferation via induction of apoptosis. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 382-390. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.01.009>.