Научная статья/Research Article
УДК 634.235:634.1.03
DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-73-86

Валентина Леонидовна Бопп
Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия
vl_kolesnikova@mail.ru

РАЗМНОЖЕНИЕ ВИШНИ СТЕПНОЙ НА ТОРФОПЕСЧАНОМ СУБСТРАТЕ С ДОБАВЛЕНИЕМ САПРОПЕЛЯ

Цель исследования – изучить влияние торфопесчаных субстратов с добавлением сапропеля на ризогенез, рост и развитие окорененных черенков, качество саженцев вишни степной. Опытная работа проведена в ООО «Садовый центр Аграрного университета» в Красноярской лесостепи в период 2017–2020 гг. Объект исследования – зеленые черенки вишни степной сорта Субботинская. Воспроизводство культуры проводили зелеными черенками по общепринятой методике М.Т. Тарасенко. Стеблевые черенки заготавливали в первой декаде июля, замачивали в растворе индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) в течение 12 ч и высаживали в теплицу по схеме 7 × 7 см в соответствии с вариантами эксперимента. Базовый субстрат для окоренения черенкового материала состоял из верхового кислого ($Р_{H_2O}$ – 3,1) торфа и речного песка в объемном соотношении 1 : 1. Для снижения кислотности торфа и насыщения субстрата макро- и микроэлементами к торфопесчаной смеси добавляли сапропель ($рН_{вод}$ – 7,4) в дозах 10, 15 и 20 т/га. В ряде вариантов дополнительно вносили аммиачную селитру в дозе N_{30}. Окореняемость зеленых черенков вишни степной на контрольной версии субстрата составила 64,5 %. Ризогенез черенкового материала в блоке вариантов торф + песок + сапропель на 16,6–18,1 % выше по отношению к контролю; в блоке вариантов торф + песок + сапропель + N_{30} на 22,6–27,7 % превосходил значения контрольных черенков. Доля влияния фактора «субстрат» на ризогенез черенков – 49,5 %. Включение сапропеля в субстрат способствовало статистически значимому повышению количества корней и суммарной длины корней 1-го порядка ветвления на окорененных черенках. Наибольшее количество саженцев 1-го товарного сорта получено на вариантах торф + песок + сапропель 20 т/га и торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30} – 70,6 и 71,4 % соответственно.

Ключевые слова: *вишня степная, зеленые черенки, субстрат, сапропель, окореняемость черенков, морфометрические параметры, вклад фактора, регрессионная связь*

Для цитирования*:* Бопп В.Л. Размножение вишни степной на торфопесчаном субстрате с добавлением сапропеля // Вестник КрасГАУ. 2025. № 9. С. 73–86. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-9-73-86.

Valentina Leonidovna Bopp
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
vl_kolesnikova@mail.ru

PROPAGATION OF STEPPE CHERRY ON A PEAT-SAND SUBSTRATE WITH SAPROPEL ADDITION

The aim of the study is to investigate the effect of peat-sand substrates with the addition of sapropel on rhizogenesis, growth and development of rooted cuttings, and the quality of steppe cherry seedlings. The experimental work was carried out at the Garden Center of the Agrarian University LLC in the Krasnoyarsk forest-steppe in 2017–2020. The object of the study was green cuttings of the Subbotinskaya variety of steppe cherry. The culture was reproduced by green cuttings according to the generally accepted method of M.T. Tarasenko. Stem cuttings were harvested in the first ten days of July, soaked in a solution

© Бопп В.Л., 2025

of indole-3-acetic acid (IAA) for 12 hours and planted in a greenhouse according to the 7 × 7 cm scheme in accordance with the experimental options. The basic substrate for rooting the cuttings consisted of high-moor acidic (P_{H2O} – 3.1) peat and river sand in a volume ratio of 1 : 1. To reduce the acidity of the peat and saturate the substrate with macro- and microelements, sapropel (P_{H2O} – 7.4) was added to the peat-sand mixture in doses of 10, 15 and 20 t/ha. In some variants, ammonium nitrate was additionally added at a dose of N_{30}. The rooting of green cuttings of steppe cherry on the control version of the substrate was 64.5 %. Rhizogenesis of cuttings material in the block of variants peat + sand + sapropel is 16.6–18.1 % higher in relation to the control; in the block of variants peat + sand + sapropel + N_{30} it exceeded the values of the control cuttings by 22.6–27.7 %. The share of influence of the "substrate" factor on rhizogenesis of cuttings is 49.5 %. The inclusion of sapropel in the substrate contributed to a statistically significant increase in the number of roots and the total length of the 1st order of branching roots on rooted cuttings. The largest number of seedlings of the 1st commercial grade was obtained in the variants peat + sand + sapropel 20 t/ha and peat + sand + sapropel 20 t/ha + N_{30} – 70.6 and 71.4 %, respectively.

Keywords: *steppe cherry, green cuttings, substrate, sapropel, rooting of cuttings, morphometric parameters, contribution of the factor, regression relationship*

For citation*:* Bopp VL. Propagation of steppe cherry on a peat-sand substrate with sapropel addition. *Bulletin of KSAU*. 2025;(9):73-86. (In Russ.). DOI: 10.36718/ 1819-4036-2025-9-73-86.

Введение. Среди современных технологий размножения вишни степной – ценной косточковой культуры – ведущее место занимает зеленое черенкование в условиях искусственного тумана. Зеленый черенок – часть годичного прироста текущего года, состоит из 2–3 узлов; на черенке удаляют нижние листья. Способ основан на биологической особенности растений к регенерации, т.е. восстановлению полноценного растения за счет формирования придаточных корней на части стебля, отделенного от материнского растения [1, 2], обеспечивает высокий коэффициент размножения и содействует оздоровлению посадочного материала [3]. Отсутствие собственной корневой системы на стеблевом черенке прерывает доступ к нему воды, питательных веществ и фитогормонов. На отчеренкованной от материнского растения части стебля могут образоваться адвентивные или придаточные корни, которые формируются постэмбриионально из клеток некорневых тканей.

Образование придаточных корней стимулируется следующими факторами: ранение в месте среза и физическая изоляция от ресурсной и сигнальной сети материнского растения [4]. Необходимое условие окоренения черенкового материала – постоянное снабжение водой их базальной части. Большим резервом увеличения ризогенеза зеленых черенков является подбор оптимальных субстратов. Чаще всего в технологии используют торфосмеси на основе низинного торфа: торф + песок [5, 6], торф + перлит [7, 8] и другие модификации. Однако по данным [9], трудноокореняемые породы, к которым относится и вишня степная, плохо окореняются в субстрате торф низинный + песок из-за его повышенной плотности, переувлажненности, дефицита калия и фосфора, не достаточной стерильности. Замена низинного торфа на верховой снимает часть проблем: субстрат становится более легким, повышаются бактерицидные свойства, но возникают другие проблемы: верховой торф имеет кислую реакцию среды и характеризуется низкой обеспеченностью основными элементами питания. В связи с этим актуально провести поиск субстратов, обеспечивающих наиболее благоприятные условия для органогенеза черенкового материала вишни степной.

Цель исследования – изучить влияние торфопесчаных субстратов с добавлением сапропеля на ризогенез, рост и развитие окорененных черенков, качество саженцев вишни степной.

Объекты и методы. Экспериментальная работа проведена в ООО «Садовый центр Аграрного университета», расположенном в Красноярской лесостепи, в период 2017–2020 гг. Объект исследования – зеленые черенки вишни степной сорта Субботинская. Сорт включен в Государственный реестр селекционных достижений и допущен к использованию в Восточно-Сибирском регионе. Размножение вишни степной способом зеленого черенкования проводили по общепринятой методике М.Т. Тарасенко (Тарасенко М.Т. Размножение растений зелеными черенками. М.: Колос, 1967. 184 с.) в культивационном сооружении, оборудованном мелкодисперсионным поливом.

За базовый (контроль) был взят субстрат торф верховой + песок в объемном соотношении 1:1. Реакция почвенного раствора торфа (pH_{H_2O}) – 3,1. Для нейтрализации кислотности верхового торфа и обогащения субстрата макро- и микроэлементами питания использовали сапропель озера Малый Кызыкуль Минусинского района Красноярского края, имеющего следующие характеристики: реакция среды – слабощелочная, pH_{H_2O} – 7,4; содержание подвижных макроэлементов (мг/кг): $N\text{-}NO_3$ – 112, $N\text{-}NH_4$ – 40, P_2O_5 – 54, K_2O – 805. Доза внесения сапропеля к торфопесчаной смеси составляла в пересчете на 1 га 10, 15 и 20 т; в части вариантов было предусмотрено дополнительное включение аммиачной селитры в дозе N_{30}. Перед высадкой в субстрат зеленые черенки вишни степной, заготовленные в первой декаде июля, обрабатывали стимулятором корнеобразования индолил-3-уксусной кислотой (ИУК) при экспозиции 12 часов. Схема посадки черенков – 7 × 7 см. Повторность опыта трехкратная, в каждой повторности по 30 черенков.

Учет ризогенеза черенкового материала проводили после завершения вегетации в 3 декаде сентября. Морфометрические параметры развития корневой системы укорененных черенков определяли весной последующих лет исследований перед высадкой их в открытый грунт на доращивание. Схема посадки укорененных черенков 70 × 25 см. В процессе доращивания проводили необходимые работы по уходу за растениями: обработку междурядий, защиту от сорной растительности, при отсутствии атмосферных осадков – полив. Осенью, после выкопки саженцев, учет их качества проводили в соответствии с ГОСТ Р 53135-2008 «Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. Технические условия». Статистический анализ экспериментальных данных осуществляли с использованием программ MS Excel и SNEDECOR.

Результаты и их обсуждение. Большинство видов вишни, в том числе вишня степная относятся к трудноукореняемым генотипам. Адвентивный ризогенез зеленых черенков культуры в большой степени зависит от биологических особенностей сорта [10–12]. В нашем эксперименте на контрольном торфопесчаном субстрате с верховым кислым торфом укореняемость черенкового материала вишни степной сорта Субботинская составила 64,5 % от высаженных зеленых черенков (табл. 1). Результаты исследований, проведенные с различными видами вишни на торфопесчаных или торфоперлитовых субстратах с применением низинного торфа показали, что корнеобразовательная способность зеленых черенков сильно варьирует. Так по данным [13], укореняемость сортов вишни степной, участвующих в эксперименте, находилась в пределах 3,0–56,0 %. [14] отмечают, что зеленые черенки вишни степной сортов селекции Омского ГАУ укоренились на 6,7–26,7 %. В опытах [15] прижилось 57,5–72,5 % зеленых черенков культуры. [16] показывают укоренение клоновых подвоев вишни в пределах 79 %. В эксперименте [8] ризогенез клонового подвоя для вишни и черешни ВСЛ-2 доходил до 90 %. Сравнение укореняемости зеленых черенков вишни в наших исследованиях на субстрате с кислым верховым торфом с результатами, полученными при размножении других сортов на субстратах на основе низинного торфа позволяют заключить, что на контрольной версии субстрата зеленые черенки сорта Субботинская укоренились в средней степени.

Коррекция субстрата сапропелем оказала статистически значимое положительное влияние на регенерационную активность стеблевых черенков. В блоке версий грунта торф + песок + сапропель адвентивные корни образовались у 81,1–82,6 % черенков, процесс не зависел от дозы применения сапропеля. В группе модификаций грунта торф + песок + сапропель + N_{30} приживаемость черенков выше, чем на субстрате без использования аммиачной селитры. Повышение укореняемости зеленых черенков с увеличением дозы агромелиоранта не имеет математического подтверждения. Сравнительная оценка блоков вариантов между собой показывает, что статистически значимый результат зафиксирован на варианте торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}, где укоренилось 92,2 % зеленых черенков, что на 11,1 % превышает показатель с аналогичного грунта без внесения азота удобрений (НСР = 8,2). Ризогенная активность черенкового материала вишни степной на торфопесчаном грунте с добавлением N_{30} на 12,2 % результативнее, чем на контроле, но достоверно ниже на 10,4–15,5 %, чем на подобном грунте с включением сапропеля.

Таблица 1

Статистические показатели влияния состава субстрата на окореняемость зеленых черенков вишни степной, % (2017–2019 гг.)
Statistical indicators of the influence of substrate composition on the rooting of green cuttings of steppe cherry, % (2017–2019)

Субстрат	Xcp	lim	Cv, %
Торф + песок	64,5±5,9	46,7–73,3	12
Торф + песок + сапропель 10 т/га	81,5±5,7	70,0–96,7	9
Торф + песок + сапропель 15 т/га	82,6±9,7	60,0–100,0	15
Торф + песок + сапропель 20 т/га	81,1±6,8	63,3–96,7	11
Торф + песок + N_{30}	76,7±8,5	63,3–96,7	14
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	87,1±5,6	76,7–100,0	8
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	90,4±5,3	80,0–100,0	8
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	92,2±5,0	80,0–100,0	7
$НСР_{05}$ фактора «условия вегетации» – 4,2; фактора «субстрат» – 8,2			

Окоренение зеленых черенков вишни степной в торфопесчаном субстрате, обогащенном сапропелем и аммиачной селитрой, способствует снижению вариативной изменчивости ризогенеза (амплитуда предельных значений составляет 20,0–23,3 %) и повышению стабильности признака, коэффициент вариации незначительный (Cv = 7–8 %).

Учеты морфометрических показателей укорененных черенков вишни показали, что органогенез корней сосредоточен в базальной части черенка. Зона корнеобразования занимает 1,0 см (торф + песок + N_{30}) – 1,4 см (торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}) (табл. 2). Величина зоны корнеобразования не зависела от условий вегетации ($F_т < F_ф$).

В среднем за период проведения исследований на контрольных экземплярах укорененных черенков сформировалось по 9,9 шт. латеральных корней. В группе вариантов торф + песок + сапропель лучший результат получен на варианте с дозой агромелиоранта 20 т/га – 11,8 шт. корней, что на 19,2 % достоверно превышает контрольные значения. Аналогичная эффективность получена в блоке модификаций торф + песок + сапропель + N_{30}: у растений с субстратов с наибольшей дозой сапропеля насчитывалось по 12,6 шт. корней и это максимальное значение как по блоку, так и в целом по опыту. Высокая нестабильность признака отмечена у черенков, укорененных на субстрате торф + песок + N_{30}, предельные значения (lim) показателя изменяются от 4,7 шт. до 13,0 шт., чем и объясняется значительная величина коэффициента варьирования (Cv = 33 %).

Включение сапропеля в композицию субстрата содействовало статистически подтвержденному увеличению суммарной длины корней 1-го порядка ветвления укорененных черенков вишни степной. Наибольшие параметры поверхности, поглощающей влагу и элементы питания, зафиксированы на вариантах торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30} и торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30} – 88,1 см и 81,1 см соответственно, что в 1,8–1,7 раза выше величины контроля и в 1,4–1,2 раза больше по отношению к аналогичным вариантам без внесения азота минеральных туков.

Таблица 2

Статистические показатели влияния субстратов на развитие корневой системы укорененных черенков вишни степной (2017–2019 гг.)
Statistical indicators of the influence of substrates on the development of the root system of rooted cuttings of steppe cherry (2017–2019)

Субстрат	Xcp	lim	Cv, %
1	2	3	4
Зона корнеобразования на черенке, см			
Торф + песок	1,1±0,2	0,9–1,5	20
Торф + песок + сапропель 10 т/га	1,2±0,1	1,0–1,3	9

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Торф + песок + сапропель 15 т/га	1,1±0,1	0,9–1,4	14
Торф + песок + сапропель 20 т/га	1,2±0,1	1,1–1,4	8
Торф + песок + N_{30}	1,0±0,1	0,8–1,2	14
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	1,3±0,2	0,9–1,8	21
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	1,4±0,1	1,3–1,8	12
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	1,2±0,1	1,0–1,3	9
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – $F_т < F_ф$; В (субстрат) – 0,2			
Количество корней 1-го порядка ветвления, шт.			
Торф + песок	9,9±1,4	7,0–11,8	18
Торф + песок + сапропель 10 т/га	11,7±1,1	9,6–13,9	12
Торф + песок + сапропель 15 т/га	11,3±1,2	9,2–13,6	14
Торф + песок + сапропель 20 т/га	11,8±1,2	9,3–14,5	13
Торф + песок + N_{30}	9,1±2,3	4,7–13,0	33
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	12,5±1,8	7,5–15,2	19
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	12,3±1,3	10,3–15,5	14
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	12,6±1,2	10,7–14,6	12
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – 1,2; В (субстрат) – 1,5			
Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления, см			
Торф + песок	48,0±4,6	38,9–59,5	12
Торф + песок + сапропель 10 т/га	67,4±10,3	42,9–90,9	20
Торф + песок + сапропель 15 т/га	60,6±5,3	48,3–72,5	11
Торф + песок + сапропель 20 т/га	68,3±8,9	50,9–80,5	17
Торф + песок + N_{30}	55,6±6,5	39,5–64,8	15
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	69,3±10,3	51,6–91,2	19
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	88,1±4,8	79,9–98,7	7
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	81,1±7,8	65,6–94,3	13
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – 6,2; В (субстрат) – 8,5			

На основании изложенных данных отметим, что лучшие результаты по вегетативной репродуктивности и развитию окорененных черенков вишни степной сорта Субботинская получены на торфопесчаносапропелевых субстратах, обогащенных аммиачной селитрой.

Основной вклад в воспроизводство вегетативного потомства и развитие корневой системы черенков внес фактор «субстрат», доля влияния которого на ризогенез составила 49,5 %, на зону корнеобразования – 41,1 %, на количество корней 1-го порядка ветвления – 29,6 %, на суммарную длину корней 1-го порядка ветвления – 62,7 % (рис. 1). Полученный результат корреспондируется с материалами исследований [17], которые продемонстрировали, что среди ключевых факторов адвентивного ризогенеза вишни сорта Колт преимущественное значение имеет субстрат.

Весной окорененные черенки вишни степной были высажены на доращивание в открытый грунт на участок, имеющий орошение. Осенью, после выкопки, проведен учет морфометрических параметров полученных саженцев. В среднем за период проведения наблюдений высота контрольных растений составила 39,6 см с предельными значениями признака 32,6–44,8 см (табл. 3). Растения, выращенные из черенков, окорененных на экспериментальных версиях субстратов, по отношению к контролю в основном имеют достоверное преимущество по высоте. Исключение составил вариант торф + песок + сапропель 10 т/га, не оказавший статистически подтвержденного влияния на длину растений. Изменчивость изучаемого признака в большей части вариантов средняя (Cv = 10–20 %).

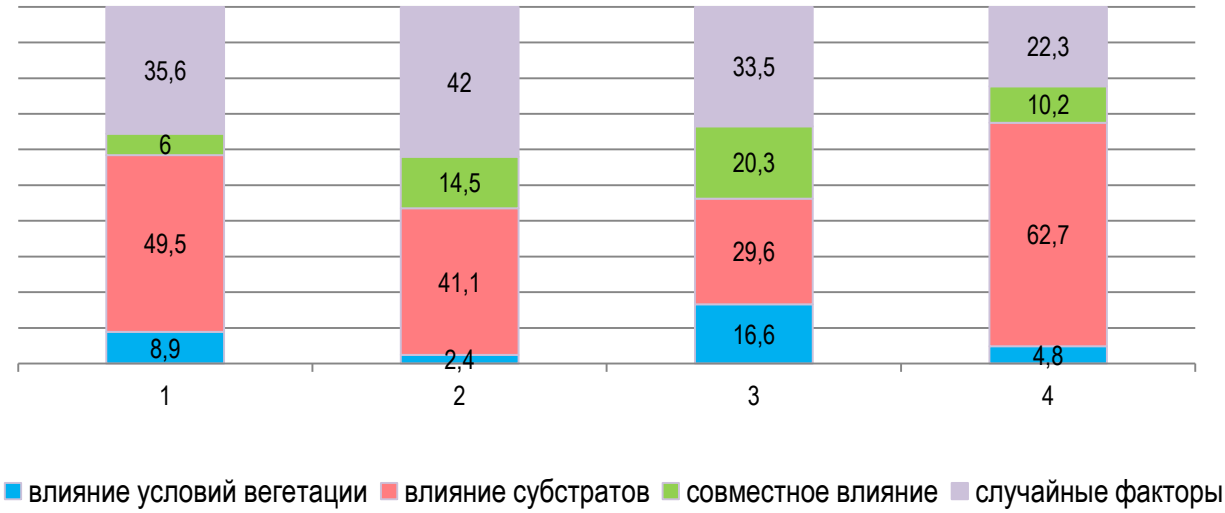

Рис. 1 – Вклад изучаемых факторов в формирование морфометрических параметров корневой системы окорененных черенков вишни степной (2017–2019 гг.), %:
1 – ризогенез; 2 – зона корнеобразования; 3 – количество корней 1-го порядка ветвления; 4 – суммарная длина корней 1-го порядка ветвления
Contribution of the studied factors to the formation of morphometric parameters of the root system of rooted cuttings of steppe cherry (2017–2019), %:
1 – rhizogenesis; 2 – root formation zone; 3 – number of roots of the 1st order of branching; 4 – total length of roots of the 1st order of branching

Таблица 3

Статистические показатели влияния субстратов на биометрические параметры саженцев вишни степной (2018–2020 гг.)
Statistical indicators of the influence of substrates on biometric parameters of steppe cherry seedlings (2018–2020)

Субстрат	Xcp	lim	Cv, %
1	2	3	4
Высота растений, см			
Торф + песок	39,6±2,9	32,6–44,8	10
Торф + песок + сапропель 10 т/га	42,3±2,9	36,7–47,8	9
Торф + песок + сапропель 15 т/га	47,5±5,5	34,1–55,4	15
Торф + песок + сапропель 20 т/га	63,6±3,5	54,0–67,9	7
Торф + песок + N_{30}	44,9±3,8	33,7–50,5	11
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	51,9±5,5	37,5–59,5	14
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	49,8±7,5	40,0–65,1	20
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	57,2±6,6	46,9–72,4	15
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – $F_т < F_ф$; В (субстрат) – 4,7			
Количество побегов, шт.			
Торф + песок	1,5±0,1	1,2–1,7	12
Торф + песок + сапропель 10 т/га	1,8±0,2	1,4–2,3	16
Торф + песок + сапропель 15 т/га	1,9±0,3	1,3–2,5	23
Торф + песок + сапропель 20 т/га	1,9±0,2	1,2–2,3	17
Торф + песок + N_{30}	1,7±0,3	1,0–2,0	21
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	1,8±0,3	1,3–2,3	18
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	2,1±0,2	1,8–2,5	10

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	2,1±0,4	1,5–2,8	23
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – $F_т < F_ф$; В (субстрат) – 0,3			
Суммарная длина побегов, см			
Торф + песок	48,6±7,1	32,9–63,7	19
Торф + песок + сапропель 10 т/га	57,3±4,3	48,2–66,7	10
Торф + песок + сапропель 15 т/га	60,9±6,1	50,4–71,0	13
Торф + песок + сапропель 20 т/га	75,1±5,3	63,8–84,6	9
Торф + песок + N_{30}	53,0±11,2	30,5–72,3	27
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	60,7±5,2	50,7–69,6	11
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	62,1±9,3	40,6–75,0	19
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	73,2±7,4	55,2–85,3	13
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) - 4,1; В (субстрат) – 6,6			
Диаметр корневой шейки, см			
Торф + песок	0,78±0,06	0,70–0,90	10
Торф + песок + сапропель 10 т/га	0,87±0,03	0,80–0,90	6
Торф + песок + сапропель 15 т/га	0,81±0,07	0,70–0,90	11
Торф + песок + сапропель 20 т/га	1,00±0,07	0,90–1,10	9
Торф + песок + N_{30}	0,90±0,05	0,80–1,00	8
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	0,89±0,06	0,80–1,00	9
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	0,87±0,08	0,70–1,00	12
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	0,96±0,07	0,80–1,10	9
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – 0,04; В (субстрат) – 0,06			
Количество корней 1-го порядка ветвления, шт.			
Торф + песок	13,7±2,0	10,3–18,7	19
Торф + песок + сапропель 10 т/га	16,1±1,7	13,5–21,0	14
Торф + песок + сапропель 15 т/га	15,5±1,2	13,5–18,7	10
Торф + песок + сапропель 20 т/га	16,7±1,8	13,3–21,3	14
Торф + песок + N_{30}	14,3±1,6	11,3–16,9	14
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	16,8±1,6	12,6–19,5	12
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	17,2±1,3	15,1–19,6	10
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	18,3±1,0	15,4–19,7	7
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – 1,0; В (субстрат) – 1,6			
Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления, см			
Торф + песок	137,8±20,8	98,5–174,1	20
Торф + песок + сапропель 10 т/га	171,8±25,1	122,2–225,9	19
Торф + песок + сапропель 15 т/га	194,1±28,5	153,8–264,3	19
Торф + песок + сапропель 20 т/га	216,3±28,3	177,3–283,1	17
Торф + песок + N_{30}	167,8±22,0	131,7–207,7	17
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	176,0±14,0	148,2–202,6	10
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	206,4±25,4	158,6–264,1	16
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	256,1±41,6	191,5–342,7	21
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – $F_т < F_ф$; В (субстрат) – 31,9			

Включение в состав субстратов сапропеля положительно отразилось на надземной части посадочного материала вишни степной, статистически значимо содействовало в формировании большего количества побегов и их длины. Определяющим в образовании численности побегов у двулетних растений вишни установлены торфо-песчаные субстраты, обогащенные сапропелем в дозе 15 т/га и 20 т/га и аммиачной селитрой, где побегов насчитывалось на 40,0 %

больше, чем на контроле (по 2,1 шт.). В блоках грунтов торф + песок + сапропель и торф + песок + сапропель + N_{30} с увеличением дозы агромелиоранта зафиксировано повышение суммарной длины прироста побегов. Наиболее значительные размеры побегов достигнуты на вариантах торф + песок + сапропель 20 т/га и торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30} – 75,1 см и 73,9 см соответственно, что превышает на 54,5–52,1 % значения контрольных экземпляров и на 31,1–21,7 % – аналогичных вариантов с минимальной дозой сапропеля. Окоренение черенкового материала на торфопесчаном субстрате с добавлением азота минеральных туков не оказало достоверного влияния на процессы роста надземной части растений вишни. Изменчивость коэффициента вариации исследуемых показателей по вариантам эксперимента носит неупорядоченный характер.

Самое тонкое основание стволика отмечено у контрольных экземпляров вишни – 0,78 см. Лучшие результаты по данному показателю достигнуты у растений, выращенных из черенков, окореняемых на торфопесчаносапропелевых субстратах, насыщенных наибольшей дозой агромелиоранта; закономерность прослеживается как при коррекции режима питания аммиачной селитрой (0,96 см), так и без нее (1,00 см). По вариантам исследований в основном наблюдается стабильность изучаемого признака, коэффициент вариации демонстрирует незначительные изменения и находится в пределах Cv = 6 % (торф + песок + сапропель 10 т/га) – 10 % (контроль). Средний уровень изменчивости диаметра корневой шейки отмечен на варианте торф + песок + сапропель 15 т/га (Cv = 11 %) и торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30} (Cv = 12 %).

У саженцев, полученных из черенков, окорененных на грунте с добавлением сапропеля установлено статистически значимое увеличение количества корней и суммарной длины корней 1-го порядка ветвления по отношению к контрольным растениям. В группе вариантов торф + песок + сапропель и торф + песок + сапропель + N_{30} наибольшая величина сапропелевого компонента обеспечила образование корней на 21,9 и 33,6 % соответственно больше, чем у контрольных образцов; а их суммарная длина превышает в 1,6 раза и в 1,9 раза соответственно значения контроля.

Внешний вид посадочного материала по вариантам эксперимента показан на рисунке 2.

Анализ структуры саженцев по качеству показал, что наименьший выход посадочного материала 1-го товарного сорта получен на контрольном варианте – 32,5 % (табл. 4). На вариантах торф + песок + сапропель и торф + песок + сапропель + N_{30} доля посадочного материала наивысшего качества достоверно превышает контрольные величины. Отмечена тенденция повышения объема продукции 1-го сорта с увеличением дозы применения сапропеля. Наибольшее количество саженцев 1-го товарного сорта получено на вариантах торф + песок + сапропель 20 т/га и торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30} – 70,6 и 71,4 % соответственно. Изменчивость показателя в контрольной версии значительная (Cv = 29 %), внесение в грунт корректирующих добавок сапропелем и аммиачной селитрой привело к повышению стабильности коэффициента вариации, снижая вариабельность до средних значений (Cv = 12–19 %).

Выход продукции саженцев вишни степной 2-го товарного сорта по вариантам исследований находится на уровне 22,2 % (торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}) – 36,5 % (контроль). Сравнивая блоки вариантов торф + песок + сапропель и торф + песок + сапропель + N_{30} по общему выходу товарного посадочного материала, отметим преимущество модификации грунта с добавкой азота минеральных туков, на которых товарность саженцев в зависимости от дозы сапропеля 10 т/га, 15 и 20 т/га выше соответственно на 4,7 %, 19,9 и 7,1 % по отношению к аналогичным версиям субстрата без использования аммиачной селитры. Лучшее качество продукции питомниководства достигнуто на варианте торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30} – 96,0 % полученного посадочного материала относится к товарной продукции.

Состав субстратов, в которых проходило окоренение зеленых черенков вишни степной, оказал существенное влияние на формирование размеров их корневой системы, что соответственно отразилось на морфометрических параметрах и качестве саженцев.

Рис. 2. Внешний вид саженцев вишни степной по вариантам опыта, сорт Субботинская, 2017 г. Длина измерительного прибора – 100 см: 1 – торф + песок; 2 – торф + песок + сапропель 10 т/га; 3 – торф + песок + сапропель 15 т/га; 4 – торф + песок + сапропель 20 т/га; 5 – торф + песок + N_{30}; 6 – торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}; 7 – торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}; 8 – торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}

Appearance of steppe cherry seedlings according to experimental variants, Subbotinskaya variety, 2017. Length of measuring device – 100 cm: 1 – peat + sand; 2 – peat + sand + sapropel 10 t/ha; 3 – peat + sand + sapropel 15 t/ha; 4 – peat + sand + sapropel 20 t/ha; 5 – peat + sand + N_{30}; 6 – peat + sand + sapropel 10 t/ha + N_{30}; 7 – peat + sand + sapropel 15 t/ha + N_{30}; 8 – peat + sand + sapropel 20 t/ha + N_{30}

Таблица 4

Статистические показатели влияния субстратов на качество посадочного материала вишни степной (2018–2020 гг.), %
Statistical indicators of the influence of substrates on the quality of planting material of steppe cherry (2018–2020), %

Субстрат	Xcp	lim	Cv, %
1	2	3	4
1-й товарный сорт			
Торф + песок	32,5±7,3	21,4–50,0	29
Торф + песок + сапропель 10 т/га	42,1±5,8	35,7–57,1	18
Торф + песок + сапропель 15 т/га	50,8±7,5	35,7–64,3	19
Торф + песок + сапропель 20 т/га	70,6±6,4	57,1–85,7	12
Торф + песок + N_{30}	39,7±4,8	28,6–50,0	16
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	60,3±8,3	42,9–71,4	18
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	65,1±9,3	50,0–78,6	19
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	71,4±9,9	50,0–85,7	18
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – 4,4; В (субстрат) – 7,2			
2-й товарный сорт			
Торф + песок	36,5±6,4	21,4–50,0	23
Торф + песок + сапропель 10 т/га	35,7±7,8	21,4–50,0	28
Торф + песок + сапропель 15 т/га	24,6±5,1	14,3–35,7	30
Торф + песок + сапропель 20 т/га	18,3±4,0	14,3–28,6	28
Торф + песок + N_{30}	34,1±5,3	21,4–42,9	20
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	22,2±7,5	0,0–28,6	44
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	30,2±9,0	14,3–50,0	39
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	24,6±9,9	7,1–50,0	53
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – 4,2; В (субстрат) – 6,9			

Окончание табл. 4

1	2	3	4
Нестандарт			
Торф + песок	30,9±6,7	21,4–42,9	28
Торф + песок + сапропель 10 т/га	22,2±6,4	14,2–35,7	38
Торф + песок + сапропель 15 т/га	24,6±8,3	14,3–42,9	44
Торф + песок + сапропель 20 т/га	11,1±6,2	0,0–21,5	73
Торф + песок + N_{30}	26,2±7,8	14,2–42,9	39
Торф + песок + сапропель 10 т/га + N_{30}	17,5±11,3	0,0–50,0	85
Торф + песок + сапропель 15 т/га + N_{30}	4,7±5,5	0,0–21,4	150
Торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30}	4,0±5,6	0,0–21,5	182
$НСР_{05}$ факторов: А (условия вегетации) – $F_т < F_ф$; В (субстрат) – 9,3			

Вклад фактора «субстрат» в ростовые процессы древесины культуры составил 28,3 % (количество побегов) – 59,0 % (высота растений); в развитие биометрики корней – 35,8 % (количество корней 1-го порядка ветвления) – 51,3 % (суммарная длина корней 1-го порядка ветвления); в качество посадочного материала – 36,2 % (2-й товарный сорт) – 69,1 % (1-й товарный сорт) (рис. 3). Саженцы выращивались на орошении, растения не испытывали недостатка влаги. Этим фактом обусловлено меньшее воздействие фактора «условия вегетации» и взаимодействие факторов «условия вегетации – субстрат» на образование количественных и качественных параметров саженцев вишни степной. От сложившихся условий вегетационного периода в большей степени зависело образование числа побегов и корней, а также диаметр корневой шейки: вклад фактора составил 22,1 %, 25,4 и 21,9 % соответственно. Со снижением качества саженцев увеличивается доля влияния случайных, неизученных факторов и достигает 37,2 % в сегменте нестандартной продукции.

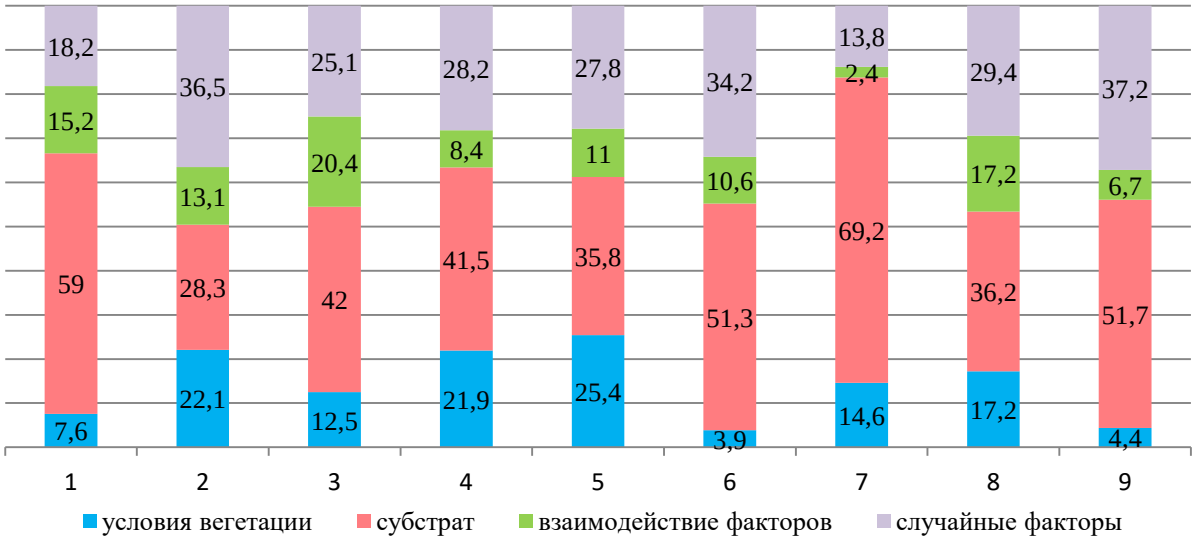

Рис. 3. Вклад изучаемых факторов в формирование основных биометрических параметров и товарности саженцев вишни степной (2018–2020 гг.), %:
1 – высота растений; 2 – количество побегов; 3 – суммарная длина побегов;
4 – диаметр корневой шейки; 5 – количество корней 1-го порядка ветвления;
6 – суммарная длина корней 1-го порядка ветвления; 7 – 1-й товарный сорт;
8 – 2-й товарный сорт; 9 – нестандарт
Contribution of the studied factors to the formation of the main biometric parameters and marketability of steppe cherry seedlings (2018–2020), %:
1 – plant height; 2 – number of shoots; 3 – total length of shoots; 4 – root collar diameter;
5 – number of roots of the 1st branching order; 6 – total length of roots of the 1st branching order;
7 – 1st commercial grade; 8 – 2nd commercial grade; 9 – non-standard

Матрица коэффициентов корреляции показывает сильную связь между товарностью саженцев вишни степной и развитием корневой системы окорененных черенков: количеством корней 1-го порядка ветвления (r = 0,761) и их суммарной длиной (r = 0,934) (табл.5). Регрессионные взаимосвязи между качеством посадочного материала и морфометрией корневой системы окорененных черенков построены по средним величинам изучаемых показателей по каждому варианту исследований.

В полученной прогностической модели зависимости формирования товарности продукции питомниководства от количества корней на окорененных черенках показано, что 73,5 % вариации зависимых переменных (y) учтено и находится под влиянием исследуемого фактора (x) и на 26,5 % от других неизученных факторов, не включенных в модель (рис. 4). Фактором наибольшего влияния на формирование стандартности саженцев является длина поверхности, поглощающей влагу и элементы питания, связь между этими признаками наиболее сильная (R^2 = 0,8736) и носит линейный характер (рис. 5).

Таблица 5

Матрица парных коэффициентов корреляции биометрических показателей окорененных черенков вишни степной и стандартности саженцев (R_{05} = 0,205)
Matrix of paired correlation coefficients of biometric indicators of rooted cuttings of steppe cherry and standardization of seedlings (R_{05} = 0.205)

	Зона окоренения черенков	Количество корней 1-го порядка ветвления окорененных черенков	Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления окорененных черенков	Товарность саженцев
Зона окоренения черенков	1			
Количество корней 1-го порядка ветвления окорененных черенков	0,771*	1		
Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления окорененных черенков	0,750*	0,823*	1	
Товарность саженцев	0,644	0,761*	0,934*	1

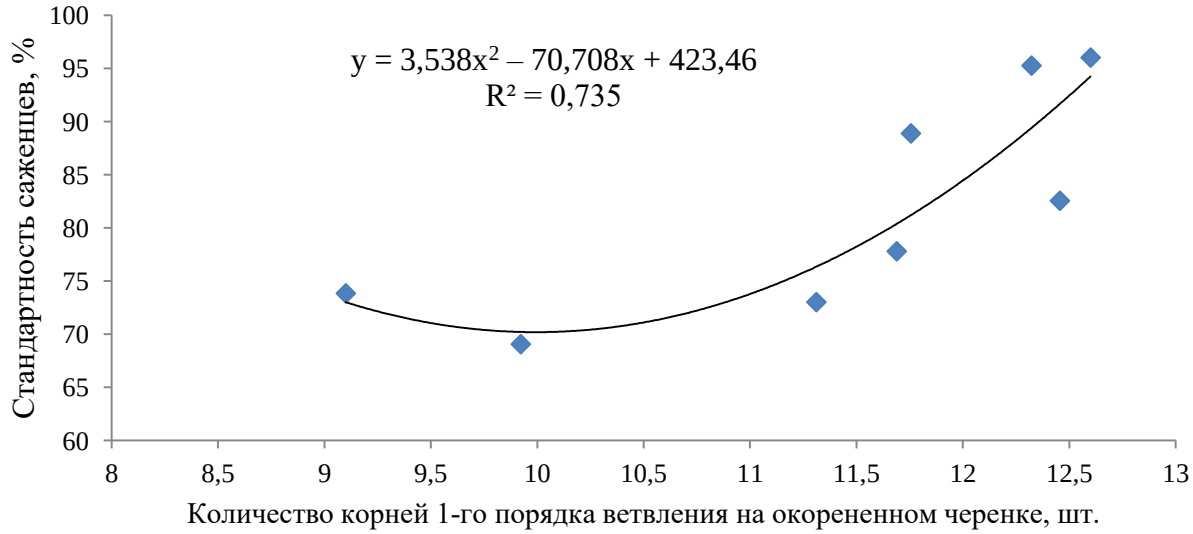

Рис. 4. Регрессионная связь между количеством корней 1-го порядка ветвления на окорененном черенке и товарностью саженцев вишни степной
Regression relationship between the number of roots of the 1st order of branching on a rooted cutting and the marketability of steppe cherry seedlings

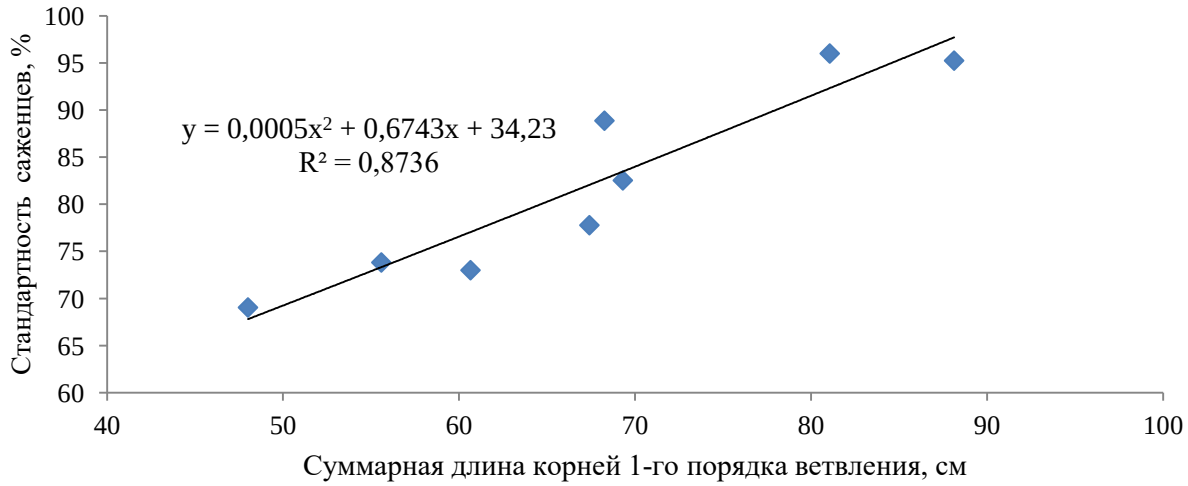

Рис. 5. Регрессионная связь между суммарной длиной корней 1-го порядка ветвления на окорененном черенке и товарностью саженцев вишни степной
Regression relationship between the total length of the roots of the 1st order of branching on a rooted cutting and the marketability of steppe cherry seedlings

Построенные модели позволяют определить прогнозные значения товарности саженцев вишни степной в зависимости от количественных признаков корневой системы окорененных черенков.

Заключение. В ходе исследований выявлено, что добавление сапропеля к торфопесчаному субстрату, созданному на основе верхового кислого торфа, содействовало лучшему окоренению зеленых черенков вишни степной сорта Субботинская. Результативность воспроизводства вегетативного потомства культуры в основном зависела от воздействия фактора «субстрат» и случайных факторов, доля влияния которых на адвентивный ризогенез составила 49,5 и 35,6 % соответственно. Внесение в торфопесчаный субстрат корректирующих добавок в виде сапропеля в дозе 20 т/га и аммиачной селитры в дозе N_{30} содействовало лучшему результату ризогенеза и развития корневой системы окорененных черенков. Формирование качественных характеристик саженцев, выращенных из окорененных черенков в открытом грунте на орошении, находится в тесной корреляционной связи с количеством и суммарной длиной корней окорененных черенков. Наиболее высокая товарность саженцев вишни степной получена при доращивании окорененных черенков с варианта торф + песок + сапропель 20 т/га + N_{30} – 96 %.

Список источников

1. Горбачева Н.Н., Блинова М.А. Выход и качество подвоев вишни при вегетативном размножении. В сб. Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов «Научный вклад молодых исследователей в сохранение традиций и развитие АПК». СПб., Пушкин, 31 марта – 1 апреля 2016. Ч. 1. СПб., Пушкин: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2016. С. 65–67. EDN: YTLKGT.
2. Сучкова С.А., Михайлова С.И. Ускоренное размножение ягодных культур в условиях Сибири // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144-2. С. 199–201. EDN: ZFDFNN.
3. Валиева Ш.А. Перспективы размножения путем зеленого черенкования в условиях Ташкентской области // Наука и образование. 2025. Т. 8, № 2. С. 8–16.
4. Druege U., Hilo A., Pérez-Pérez J.-M., et al. Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: phytohormone action meets resource allocation // Annals of Botany. 2019. Vol. 123. P. 929–949. DOI: 10.1093/aob/mcy234.
5. Бопп В.Л. Обзор современных решений повышения ризогенеза зеленых черенков *Ribes nigrum* L. // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4 (169). С. 51–59. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-4-51-59. EDN: CPMQYD.

6. Верзилин А.В. Влияние субстратов на укоренение клоновых подвоев вишни // Наука и образование. 2024. Т. 7, № 1. С. 87–95.
7. Самощенков Е.Г., Фесютин И.А., Гебре К.В., и др. Влияние различной обработки на укореняемость зеленых черенков клоновых подвоев сливы ОП 23-23 и ВСЛ 2 в условиях искусственного тумана // Известия ТСХА. 2023. № 6. С. 86–102. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-6-86-102. EDN: VDGPPZ.
8. Фесютин И.А., Самощенков Е.Г., Буланов А.Е. Использование водорастворимых удобрений для повышения качества укорененных черенков клонового подвоя для вишни и черешни ВСЛ 2 // АгроЭкоИнфо. 2024. № 6 (66). DOI: 10.51419/202146645. EDN: AWFNQJ.
9. Скалий Л.П. Эффективность применения отаботанного шампиньонного субстрата и опилок в искусственных смесях при укоренении зеленых черенков садовых культур // Известия ТСХА. 2005. № 3. С. 48–59. EDN: HVJGFL.
10. Бопп В.Л., Гуревич Ю.Л., Мистратова Н.А., и др. Влияние ауксинов и наночастиц биогенного ферригидрита на окоренение и корнеобразование зеленых черенков вишни степной // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 72–76. EDN: XRSNGP.
11. Самарина О.В., Галимов В.Р., Уфимцев Л.В. Влияние стимуляторов ризогенеза на окоренение зеленых черенков вишни // Современное садоводство. 2018. № 2. С. 97–105.
12. Bharanidharan A., Ranchana P., Sebastian K. Growth response of West Indian cherry (*Malpighia glabra* L.) to various cutting types, monthly variations and IBA treatments // Agricultural Science Digest. 2024. Vol. 12. P. 1–9. DOI: 10.18805/ag. EDN: LERDTX.
13. Усенко В.И., Бояндина Т.Е., Косачев И.А. Влияние сроков черенкования и регуляторов корнеобразования на выход и качество однолетних саженцев вишни степной // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 5. С. 24–26. EDN: SDXLLD.
14. Здорова Т.Г, Сухоцкая С.Г., Чибис С.П. Эффективность размножения вишни степной (*Cerasus fruticose Pall*.) зелеными черенками в Омском ГАУ. В сб.: Международная научно-практическая конференция, посвященная юбилею Заслуженного работника высшей школы РФ, д.т.н., профессора Гавриловой Н.Б. «Современное состояние, перспективы развития АПК и производства специализированных продуктов питания», 24 апреля 2020. Омск, 2020. С. 83–86. EDN: MQTNBS.
15. Абрамов А.Г., Абрамова Г.В., Якимова К.О. Особенности размножения вишни Антипка в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2022. № 1. С. 7–11. DOI: 10.12737/-2022-1-1-7-11. EDN: GBHIEV.
16. Тютюма Н.В., Климов С.В. Зеленое черенкование как эффективный метод размножения клоновых подвоев косточковых культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 4. С. 44–49. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-04. EDN: KHRKSR.
17. Zhou Yu., Guohua Ya., Kaichun Z. Influencing factors of vegetative propagation of Colt cherry through cutting // Forestry and Fruit Growing Research of Hebei Province. 2006. Vol. 4. P. 432–434.

References

1. Gorbacheva NN, Blinova MA. Vyhod i kachestvo podvoev vishni pri vegetativnom razmnozhenii. In: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya molodyh uchenyh i studentov «Nauchnyj vklad molodyh issledovatelej v sohranenie tradicij i razvitie APK»*. SPb., Pushkin, 31 Mar – 1 Apr 2016. Path. 1. Saint Petersburg, Pushkin: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet; 2016. P. 65–67. (In Russ.). EDN: YTLKGT.
2. Suchkova SA, Mihajlova SI. Uskorennoe razmnozhenie yagodnyh kul'tur v usloviyah Sibiri. *Sbornik nauchnyh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2017;144-2:199-201. (In Russ.). EDN: ZFDFNN.
3. Valieva ShA. Perspektivy razmnozheniya putem zelenogo cherenkovaniya v usloviyah Tashkentskoj oblasti. *Nauka i obrazovanie*. 2025;8(2):8-16. (In Russ.).
4. Druege U, Hilo A, Pérez-Pérez J-M, et al. Molecular and physiological control of adventitious rooting in cuttings: phytohormonemeets resource allocation. *Annals of Botany*. 2019;123:929-949. DOI: 10.1093/aob/mcy234.

5. Bopp VL. Obzor sovremennyh reshenij povysheniya rizogeneza zelenyh cherenkov *Ribes nigrum* L. *Bulletin of KSAU*. 2021;4:51-59. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2021-4-51-59. EDN: CPMQYD.
6. Verzilin AV. Vliyanie substratov na ukorenenie klonovyh podvoev vishni. *Nauka i obrazovanie*. 2024;7(1):87-95. (In Russ.).
7. Samoshchenkov EG, Fesyutin IA, Gebre KV, et al. Vliyanie razlichnoj obrabotki na ukorenyaemost' zelenyh cherenkov klonovyh podvoev slivy OP 23-23 i VSL 2 v usloviyah iskusstvennogo tumana. *Izvestiya TSKHA*. 2023;6:86-102. (In Russ.). DOI: 10.26897/0021-342X-2023-6-86-102. EDN: VDGPPZ.
8. Fesyutin IA, Samoshchenkov EG, Bulanov AE. Ispol'zovanie vodorastvorimyh udobrenij dlya povysheniya kachestva ukorenennyh cherenkov klonovogo podvoya dlya vishni i chereshni VSL 2. *AgroEkoInfo*. 2024;6. (In Russ.). DOI: 10.51419/202146645. EDN: AWFNQJ.
9. Skalij LP. Effektivnost' primeneniya otabotannogo shampin'onnogo substrata i opilok v iskustvennyh smesyah pri ukorenenii zelenyh cherenkov sadovyh kul'tur. *Izvestiya TSKHA*. 2005;3:48-59. (In Russ.). EDN: HVJGFL.
10. Bopp VL, Gurevich YuL, Mistratova NA, et al. Vliyanie auksinov i nanochastic biogennogo ferrigidrita na okorenenie i korneobrazovanie zelenyh cherenkov vishni stepnoj. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2018;5:72-76. (In Russ.). EDN: XRSNGP.
11. Samarina OV, Galimov VR, Ufimcev LV. Vliyanie stimulyatorov rizogeneza na okorenenie zelenyh cherenkov vishni. *Sovremennoe sadovodstvo*. 2018;2:97-105. (In Russ.).
12. Bharanidharan A, Ranchana P, Sebastian K. Growth Response of West Indian Cherry (*Malpighia glabra* L.) to Various Cutting Types, Monthly Variations and IBA Treatments. *Agricultural Science Digest*. 2024;12:1-9. DOI: 10.18805/ag. EDN: LERDTX.
13. Usenko VI, Boyandina TE, Kosachev IA. Vliyanie srokov cherenkovaniya i regulyatorov korneobrazovaniya na vyhod i kachestvo odnoletnih sazhencev vishni stepnoj. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2014;5:24-26. (In Russ.). EDN: SDXLLD.
14. Zdorova TG, Suhockaya SG, CHibis SP. Effektivnost' razmnozheniya vishni stepnoj (*Cerasus fruticose* Pall.) zelenymi cherenkami v Omskom GAU. In: *Sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya APK i proizvodstva specializirovannyh produktov pitaniya: sb. mat-lov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj yubileyu Zasluzhennogo rabotnika vysshej shkoly RF, d.t.n., professora Gavrilovoj N.B.* 24 Apr 2020. Omsk. P. 83–86. (In Russ.). EDN: MQTNBS.
15. Abramov AG, Abramova GV, YAkimova KO. Osobennosti razmnozheniya vishni Antipka v usloviyah Predkam'ya Respubliki Tatarstan. *Agrobiotekhnologii i cifrovoe zemledelie*. 2022;1:7-11. (In Russ.). DOI: 10.12737/-2022-1-1-7-11. EDN: GBHIEV.
16. Tyutyuma NV, Klimov SV. Zelenoe cherenkovanie kak effektivnyj metod razmnozheniya klonovyh podvoev kostochkovyh kul'tur. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*. 2021;4:44-49. (In Russ.). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-04. EDN: KHRKSR.
17. Zhou Yu, Guohua Ya, Kaichun Z. Influencing factors of vegetative propagation of Colt cherry through cutting. *Forestry and Fruit Growing Research of Hebei Province*. 2006;4:432-434.

Статья принята к публикации 26.08.2025 / The article accepted for publication 26.08.2025.

Информация об авторах:
Валентина Леонидовна Бопп, доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат биологических наук, доцент

Information about the authors:
Valentina Leonidovna Bopp, Associate Professor at the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production, Candidate of Biological Sciences, Docent