

Научная статья/Research Article

УДК 634.7 : 634.1.03

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-136-145

Валентина Леонидовна Бопп

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

vl_kolesnikova@mail.ru

САПРОПЕЛЬ КАК КОМПОНЕНТ СУБСТРАТА ПРИ ЗЕЛЕНОМ ЧЕРЕНКОВАНИИ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ

Цель исследований – изучить влияние торфо-песчаного субстрата с добавлением сапропеля на окореняемость и морфометрические параметры корневой системы зеленых черенков облепихи. Эксперименты проведены в 2017–2019 гг. в ООО «Садовый центр Аграрного университета», расположенном в Красноярской лесостепи. Объекты изучения – черенковый материал облепихи сортов Алей (мужской тип) и Джемоя (женский тип). Размножение облепихи зелеными черенками проводили по общепринятой методике. Черенки нарезают с маточных растений в I декаде июля, стимулятор корнеобразования – индолил-3-уксусная кислота. Окоренение проводили в теплице с мелкодисперсионным распылом воды. Базовый субстрат для окоренения зеленых черенков состоял из смеси верхового торфа с pH_{H_2O} 3,1 с речным песком в объемном соотношении 1:1 (контроль). Для снижения кислотности субстрата и насыщения его элементами питания применяли сапропель озера Малый Къзыкуль с pH_{H_2O} 7,4 в дозах 10, 15 и 20 т/га. На части вариантов дополнительно вносили аммиачную селитру в дозе 30 кг д.в. на га. В среднем за период наблюдений наиболее высокая окореняемость черенкового материала получена при использовании торфо-песчаного субстрата с добавлением сапропеля в дозе 20 т/га и аммиачной селитры: у сорта Алей прижилось 86,9 % высаженных черенков, у сорта Джемоя – 82,6 %, что на 30,1 и 34,7 % соответственно превосходит показатели контрольных участков. Учеты биометрических параметров корневой системы окорененных черенков показали, что формирование зоны корнеобразования на зеленых черенках обоих сортов облепихи не зависело от применяемого субстрата; наибольшее количество и длина корней 1-го порядка ветвления зафиксированы в блоке вариантов с аммиачной селитрой на субстрате с внесением наибольшей дозы сапропеля. На всех вариантах с использованием сапропеля количество клубеньковых образований на окорененных черенках обоих сортов облепихи достоверно выше контрольных значений.

Ключевые слова: облепиха крушиновидная, субстрат, сапропель, торф, зеленые черенки, ризогенез, окореняемость, корневые клубеньки, сила влияния фактора

Для цитирования: Бопп В.Л. Сапропель как компонент субстрата при зеленом черенковании облепихи крушиновидной // Вестник КрасГАУ. 2023. № 12. С. 136–145. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-136-145.

Valentina Leonidovna Bopp

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

vl_kolesnikova@mail.ru

SAPROPEL AS A SUBSTRATE COMPONENT FOR GREEN CUTTINGS OF SEA BUCKTHORN

The purpose of the research is to study the effect of peat-sand substrate with the addition of sapropel on rooting and morphometric parameters of the root system of green sea buckthorn cuttings. The experiments were carried out in 2017–2019 at LLC "Garden Center of the Agrarian University", located in the

Krasnoyarsk forest-steppe. The objects of study are cuttings of sea buckthorn varieties Alei (male type) and Dzhemovaya (female type). Propagation of sea buckthorn by green cuttings was carried out according to generally accepted methods. Cuttings were taken from mother plants in the I decade of July, root formation stimulator – indolyl-3-acetic acid. Rooting was carried out in a greenhouse with a fine spray of water. The basic substrate for rooting green cuttings consisted of a mixture of high-moor peat with pH_{H_2O} 3.1 with river sand in a volume ratio of 1:1 (control). To reduce the acidity of the substrate and saturate it with nutrients, sapropel from Maly Kyzykul Lake with pH_{H_2O} 7.4 was used in doses of 10, 15 and 20 t/ha. In some variants, ammonium nitrate was additionally added in a dose of 30 kg a.i. per hectare. On average, over the observation period, the highest rooting rate of cuttings was obtained when using a peat-sand substrate with the addition of sapropel at a dose of 20 t/ha and ammonium nitrate: 86.9 % of the planted cuttings took root in the Alei variety, 82.6 % in the Dzhemovaya variety, which is 30.1 and 34.7 %, respectively, higher than the indicators of control plots. Taking into account the biometric parameters of the root system of rooted cuttings showed that the formation of a root formation zone on green cuttings of both sea buckthorn varieties did not depend on the substrate used; the largest number and length of roots of the 1st order of branching were recorded in the block of variants with ammonium nitrate on the substrate with the largest dose of sapropel added. In all variants using sapropel, the number of nodule formations on rooted cuttings of both sea buckthorn varieties was significantly higher than the control values.

Keywords: sea buckthorn, substrate, sapropel, peat, green cuttings, rhizogenesis, rooting, root nodules, strength of factor influence

For citation: Bopp V.L. Sapropel as a substrate component for green cuttings of sea buckthorn // Bulliten KrasSAU. 2023;(12): 136–145. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-12-136-145.

Введение. В современном питомниководстве основной способ размножения облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) – ценнейшей ягодной культуры – зеленое черенкование, которое обеспечивает наибольший выход генетически однородного посадочного материала с единицы площади питомника. Суть данного способа заключается в регенерации целого растения из части вегетирующего годичного прироста побега, срезанного с маточного куста [1].

Процесс окоренения черенкового материала проходит в культивационных сооружениях на специальных субстратах; черенки перед посадкой обрабатываются стимуляторами корнеобразования. Результативность ризогенеза зеленых черенков зависит как от предрасположенности сортов к формированию корней на отрезке стебля [2, 3], от используемых ростостимулирующих препаратов [4], соответствия гидротермического режима культивационных сооружений требованиям культуры [5], так и от применяемого субстрата.

В работах [6–8] рекомендовано для окоренения зеленых черенков ягодных растений, в т.ч. облепихи, использовать торфо-песчаный субстрат. Для этих целей используют низинный торф, хорошо разложившийся, с нейтральной реакцией среды. Однако рынок торфа предлагает потребителю в основном верховой торф, характеризующийся кислой реакцией среды.

Облепиха растет на слабокислых или нейтральных почвах [9]. Несоответствие уровня кислотности используемых субстратов потребностям окореняемой культуры приводит к слабому ризогенезу черенкового материала [10], поэтому для нейтрализации кислотности базового грунта (торф верховой + песок) нами предложено использование сапропеля.

Цель исследований – изучить влияние торфо-песчаного субстрата с добавлением сапропеля на окореняемость и морфометрические параметры корневой системы зеленых черенков облепихи.

Объекты и методы. Исследования проведены в 2017–2019 гг. в землепользовании ООО «Садовый центр Аграрного университета», расположенного в Красноярской лесостепи. Объекты исследования – зеленые черенки облепихи сортов Алей (мужской тип) и Джемовая (женский тип). Черенкование проводили по общепринятой методике [11]. Стеблевые черенки облепихи длиной 15–18 см, заготовленные в I декаде июля, замачивали в растворе стимулятора корнеобразования – индоллил-3-уксусной кислоте – в течение 12 ч, затем высаживали в культивационное сооружение, оборудованное мелкодисперсионным поливом. Схема размещения черенкового материала – 7 × 7 см. Повторность опыта трехкратная, учетных черенков в каждой повторности по 30 шт.

Для приготовления базового грунта использовали верховой торф с pH_{H_2O} 3,1 в смеси с речным песком в объемном соотношении 1 : 1 (контроль). Для оптимизации кислотности субстрата, обогащения его элементами питания применяли сапрпель местного месторождения оз. Малый Кызыкуль с pH_{H_2O} 7,4. На части вариантов дополнительно вносили аммиачную селитру в дозе 30 кг д.в. на га. Схема опыта включала следующие варианты: 1 – торф + песок (контроль); 2 – торф + песок + сапрпель 10 т/га; 3 – торф + песок + сапрпель 15 т/га; 4 – торф + песок + сапрпель 20 т/га; 5 – торф + песок + N_{30} ; 6 – торф + песок + сапрпель 10 т/га + N_{30} ; 7 – торф + песок + сапрпель 15 т/га + N_{30} ; 8 – торф + песок + сапрпель 20 т/га + N_{30} .

Учеты окореняемости зеленых черенков проводили в III декаде сентября. Развитие корневой системы на окоренных черенках наблюдали весной последующих годов перед высадкой их на доращивание.

Результаты и их обсуждение. На эффективность регенерации придаточных корней на стеблевых черенках, при прочих равных условиях, оказали влияние генотипические особенности сортов и соответствие грунта требованиям культуры. Ризогенная активность черенкового материала сорта Алей на торфо-песчаном субстрате в среднем за период наблюдений составила 56,8 %, у сорта Джемовая – 47,9 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние субстратов на ризогенез зеленых черенков облепихи

Субстраты (фактор В)	Сорт Алей				Сорт Джемовая			
	Год (фактор А)			Среднее (В)	Год (фактор А)			Среднее (В)
	2017	2018	2019		2017	2018	2019	
1.Торф+песок	61,4	61,1	47,8	56,8	43,8	62,2	37,8	47,9
2.Торф+песок+сапрпель 10 т/га	64,4	67,8	68,9	67,0	56,3	71,1	58,9	62,1
3.Торф+песок+сапрпель 15 т/га	68,9	71,1	72,2	70,7	50,0	76,7	60,0	62,2
4.Торф+песок+сапрпель 20 т/га	96,7	85,6	73,3	85,2	81,3	85,5	71,1	79,3
5.Торф+песок+ N_{30}	78,0	66,7	55,5	66,7	87,5	75,5	46,7	69,9
6.Торф+песок+сапрпель 10 т/га+ N_{30}	89,2	86,7	72,2	82,7	75,0	85,6	71,1	77,2
7.Торф+песок+сапрпель 15 т/га+ N_{30}	78,4	88,9	82,2	83,2	75,0	86,7	80,0	80,6
8.Торф+песок+сапрпель 20 т/га+ N_{30}	85,1	91,1	84,5	86,9	68,8	88,9	90,0	82,6
Среднее по фактору А	77,8	77,4	69,6		67,2	79,0	64,5	
НСР ₀₅ факторов: А – 5,4; В – 8,8					НСР ₀₅ : А – 4,6; В – 7,5			

Материалы исследований алтайских ученых [3] доказали сортовую специфичность инициации корнеобразовательного процесса у зеленых черенков облепихи. В многолетнем опыте в полукрытых культивационных сооружениях на грядах с основанием, составленным из песка и почвы и покрытых сверху слоем песка, высаженные зеленые черенки длиной 35–40 см сорта Алей окоренились на 85 %. Авторы относят сорт Алей к среднеокореняемым.

Информацию о способности зеленых черенков облепихи сорта Джемовая к окоренению в научной литературе нам найти не удалось. По данным [12], ризогенез одревесневших черенков данного сорта в лесхозах Кыргызстана варьировал от 20 до 85 %. На основании представленных результатов можно предположить, что сорт Джемовая также относится к среднеокореняемым сортам.

Соответственно, использование торфо-песчаного субстрата с кислой реакцией среды не позволило достичь уровня ризогенеза черенкового материала, характерного для сортов, участвующих в эксперименте.

Добавление сапрпеля к базовому грунту способствовало повышению окореняемости зеленых черенков обоих сортов. В среднем за 3 года наблюдений на торфо-песчаном субстрате с добавлением сапрпеля в дозе 10 т/га корнеобразование на стеблевых черенках у сорта Алей зафиксировано на 10,2 %, у сорта Джемовая – на 14,2 % больше, чем на контроле.

Использование сапрпеля в дозе 15 т/га в основном стимулировало более высокий уровень ризогенеза черенков, чем доза 10 т/га, но превышение показателя незначительное: 3,7 % у сорта Алей и 0,1 % у сорта Джемовая.

В блоке вариантов торф + песок + сапрпель дозозависимый эффект наиболее выражен в результате применения мелиоранта в размере 20 т/га. Окореняемость черенкового материала в данной вариации эксперимента у сорта Алей составила 85,2 %, у сорта Джемоя – 79,3 %, что превосходит значения окореняемости по сравнению с вариантами с минимальной дозой сапрпеля на 18,2 и 17,2 % соответственно.

Для обеспечения процессов корнеобразования на стеблевых черенках, в котором активную роль играет азот [13], в часть модификаций субстрата была добавлена аммиачная селитра (NH_4NO_3) – наиболее широко применяемое в сельскохозяйственном производстве азотное удобрение. Известно, что аммиачная селитра – физиологически кислое удобрение, его использование может привести к подкислению грунта и в связи с этим к возможному снижению ризогенной активности зеленых черенков облепихи.

Отметим, что на торфо-песчаном субстрате, обогащенном N_{30} , окореняемость черенкового материала превышает значения приживаемости контрольных растений. В условиях достаточного обеспечения азотным питанием растений из аммиачной селитры в первую очередь используется азот в аммонийной форме, а нитрат-ион, находясь в корнеобитаемой зоне, может вызывать подкисление субстрата. Однако при дефиците азотного питания, характерного для вариантов опыта без селитры, быстро поглощается и нитратная форма азота. Соответственно, аммиачная селитра с агрономической точки зрения проявила себя как физиологически нейтральное удобрение. Повышение уровня обеспеченности азотным питанием способствовало усилению органогенеза черенкового материала, что выразилось в большем количестве окоренившихся черенков по сравнению с субстратом торф + пе-

сок у сорта Алей на 9,9 %, у сорта Джемоя – на 22,0 %.

В блоке вариантов торф + песок + сапрпель + N_{30} у обоих сортов облепихи ризогенная активность зеленых черенков выше по отношению к аналогичным вариантам без добавления аммиачной селитры.

Наиболее высокий уровень окореняемости зеленых черенков облепихи отмечен на субстрате торф + песок + сапрпель 20 т/га + N_{30} . На данном грунте у сорта Алей корни сформировались у 86,9 % высаженных черенков, у сорта Джемоя – у 82,6 %, что демонстрирует реализацию потенциальной возможности ризогенеза с учетом генотипических особенностей сортов.

Проведенные исследования показали, что окореняемость зеленых черенков облепихи зависит от условий вегетации и применяемых субстратов. Показатель силы влияния фактора «условия вегетации» на ризогенез черенкового материала сорта Алей составил 8,1 %, сорта Джемоя – 17,4 % (рис. 1 и 2). Показатель силы влияния фактора «субстрат» для сорта Алей зафиксирован на уровне 50,1 %, для сорта Джемоя – 47,9 %.

Учеты морфометрических параметров корневой системы перед пересадкой окорененных черенков в открытый грунт для дальнейшего доращивания с целью получения однолетних саженцев показали, что формирование зоны корнеобразования на зеленых черенках обоих сортов облепихи не зависело от применяемого субстрата ($F_T < F_{\Phi}$) (табл. 2 и 3). Сила влияния фактора «условия вегетации» составила для сорта Алей 40,7 % (рис. 1), для сорта Джемоя – 58,4 % (рис. 2).

На регенерацию придаточных корней оказали влияние и условия вегетации, и применяемые грунты.

Таблица 2

Статистические показатели влияния субстратов на развитие корневой системы окорененных черенков сорта Алей (2017–2019 гг.)

Субстраты	Хср	lim	Cv, %
1	2	3	4
Зона корнеобразования на черенке, см			
1. Торф+песок	1,4±0,5	0,7-2,8	47
2. Торф+песок+сапрпель 10 т/га	1,7±0,3	1,1-2,3	23
3. Торф+песок+сапрпель 15 т/га	1,5±0,6	0,5-2,5	50
4. Торф+песок+сапрпель 20 т/га	1,6±0,6	0,6-2,9	46
5. Торф+песок+ N_{30}	1,5±0,4	0,6-2,4	36
6. Торф+песок+сапрпель 10 т/га+ N_{30}	1,9±0,6	0,7-3,0	43

Окончание табл. 2

1	2	3	4
7. Торф+песок+сапрпель 15 т/га+N ₃₀	1,6±0,5	0,5-2,8	42
8. Торф+песок+сапрпель 20 т/га+N ₃₀	1,9±0,6	0,7-3,3	40
НСР ₀₅ факторов: А (год) – 0,2; В (субстрат) – F _T < F _Ф			
Количество корней 1-го порядка ветвления, шт.			
1. Торф+песок	3,7±0,4	2,7-4,5	16
2. Торф+песок+сапрпель 10 т/га	4,0±0,2	3,7-4,5	7
3. Торф+песок+сапрпель 15 т/га	4,0±0,7	2,8-5,0	22
4. Торф+песок+сапрпель 20 т/га	4,3±0,7	2,9-5,8	22
5. Торф+песок+N ₃₀	3,7±0,7	1,9-4,7	23
6. Торф+песок+сапрпель 10 т/га+N ₃₀	4,2±1,1	2,3-5,8	33
7. Торф+песок+сапрпель 15 т/га+N ₃₀	4,4±1,1	1,8-6,0	33
8. Торф+песок+сапрпель 20 т/га+N ₃₀	4,8±1,3	1,7-7,1	34
НСР ₀₅ факторов: А (год) – 0,6; В (субстрат) – 0,6			
Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления, см			
1. Торф+песок	12,7±1,3	10,4-15,0	13
2. Торф+песок+сапрпель 10 т/га	15,9±2,2	11,1-20,2	18
3. Торф+песок+сапрпель 15 т/га	19,5±4,9	10,9-26,7	33
4. Торф+песок+сапрпель 20 т/га	24,4±4,1	14,2-30,9	22
5. Торф+песок+N ₃₀	19,5±3,7	9,3-26,0	25
6. Торф+песок+сапрпель 10 т/га+N ₃₀	21,4±4,5	13,9-31,9	27
7. Торф+песок+сапрпель 15 т/га+N ₃₀	26,8±4,3	18,7-35,0	21
8. Торф+песок+сапрпель 20 т/га+N ₃₀	29,9±7,1	14,3-40,0	31
НСР ₀₅ факторов: А (год) – 1,9; В (субстрат) – 3,2			
Количество клубеньковых образований, шт.			
1. Торф+песок	0,7±0,1	0,5-0,9	26
2. Торф+песок+сапрпель 10 т/га	1,6±0,7	0,7-3,2	55
3. Торф+песок+сапрпель 15 т/га	1,9±0,5	0,9-2,6	38
4. Торф+песок+сапрпель 20 т/га	2,2±0,6	1,1-3,6	35
5. Торф+песок+N ₃₀	1,9±0,5	0,7-2,9	33
6. Торф+песок+сапрпель 10 т/га+N ₃₀	2,2±0,4	1,4-3,0	24
7. Торф+песок+сапрпель 15 т/га+N ₃₀	2,6±0,4	1,5-3,5	22
8. Торф+песок+сапрпель 20 т/га+N ₃₀	2,7±0,6	1,9-4,5	30
НСР ₀₅ факторов: А (год) – F _T < F _Ф ; В (субстрат) – 0,6			

Здесь и далее: Хср – среднее арифметическое; lim – предельные значения; Сv – коэффициент варьирования.

Таблица 3

**Статистические показатели влияния субстратов на развитие корневой системы
окорененных черенков сорта Джемовая (2017–2019 гг.)**

Субстраты	Хср	lim	Сv, %
1	2	3	4
Зона корнеобразования на черенке, см			
1. Торф+песок	1,4±0,5	0,8-2,5	44
2. Торф+песок+сапрпель 10 т/га	1,8±0,4	0,8-2,7	30
3. Торф+песок+сапрпель 15 т/га	1,9±0,4	1,3-2,7	30
4. Торф+песок+сапрпель 20 т/га	1,7±0,6	0,6-3,1	48
5. Торф+песок+N ₃₀	1,5±0,5	0,6-2,7	46
6. Торф+песок+сапрпель 10 т/га+N ₃₀	1,5±0,7	0,7-3,1	55
7. Торф+песок+сапрпель 15 т/га+N ₃₀	1,7±0,6	0,9-3,0	44

1	2	3	4
8. Торф+песок+сапропель 20 т/га+N ₃₀	1,8±0,4	1,2-3,1	34
НСР ₀₅ факторов: А (год) - 0,2; В (субстрат) – F _T < F _Ф			
Количество корней 1-го порядка ветвления, шт.			
1. Торф+песок	3,9±0,4	3,5-4,9	13
2. Торф+песок+сапропель 10 т/га	4,0±0,4	3,0-4,8	13
3. Торф+песок+сапропель 15 т/га	3,9±0,6	2,5-5,2	21
4. Торф+песок+сапропель 20 т/га	4,1±0,5	2,7-4,8	17
5. Торф+песок+N ₃₀	3,9±0,5	2,9-4,9	17
6. Торф+песок+сапропель 10 т/га+N ₃₀	4,3±0,6	3,3-5,6	19
7. Торф+песок+сапропель 15 т/га+N ₃₀	4,7±0,6	3,7-6,2	17
8. Торф+песок+сапропель 20 т/га+N ₃₀	4,8±0,5	3,8-5,6	14
НСР ₀₅ факторов: А (год) - 0,6; В (субстрат) – 0,7			
Суммарная длина корней 1-го порядка ветвления, см			
1. Торф+песок	11,5±1,3	9,6-14,7	15
2. Торф+песок+сапропель 10 т/га	13,5±1,6	10,0-16,6	15
3. Торф+песок+сапропель 15 т/га	18,2±3,5	13,7-27,0	25
4. Торф+песок+сапропель 20 т/га	23,3±3,0	18,8-30,2	17
5. Торф+песок+N ₃₀	19,9±2,8	13,7-25,2	18
6. Торф+песок+сапропель 10 т/га+N ₃₀	20,3±4,7	13,4-34,4	30
7. Торф+песок+сапропель 15 т/га+N ₃₀	25,5±4,2	17,9-32,2	21
8. Торф+песок+сапропель 20 т/га+N ₃₀	27,1±5,2	19,5-37,1	25
НСР ₀₅ факторов: А (год) - 2,2; В (субстрат) – 3,4			
Количество клубеньковых образований, шт.			
1. Торф+песок	0,6±0,1	0,4-1,0	29
2. Торф+песок+сапропель 10 т/га	1,0±0,2	0,5-1,5	33
3. Торф+песок+сапропель 15 т/га	1,7±0,5	1,0-2,6	35
4. Торф+песок+сапропель 20 т/га	1,5±0,4	0,7-2,2	35
5. Торф+песок+N ₃₀	2,1±0,4	1,4-2,8	25
6. Торф+песок+сапропель 10 т/га+N ₃₀	2,0±0,4	1,0-2,7	30
7. Торф+песок+сапропель 15 т/га+N ₃₀	2,9±0,5	2,0-4,0	23
8. Торф+песок+сапропель 20 т/га+N ₃₀	2,5±0,4	1,9-3,2	19
НСР ₀₅ факторов: А (год) - F _T < F _Ф ; В (субстрат) – 0,5			

В среднем за период наблюдений на контрольных черенках сорта Алей образовалось по 3,7 шт. корней 1-го порядка ветвления. Достоверное увеличение количества корней отмечено на субстратах торф + песок + сапропель 20 т/га, торф + песок + сапропель 15 т/га + N₃₀, торф + песок + сапропель 20 т/га + N₃₀. Максимальная численность корней – по 4,8 шт. – отмечена в

блоке вариантов с аммиачной селитрой на субстрате с внесением наибольшей дозы сапропеля. Изменчивость данного биометрического параметра в модификации грунта торф + песок + сапропель средняя (Cv = 22–23 %), добавление N₃₀ усиливает вариабельность признака до сильной степени (Cv = 33–34 %).

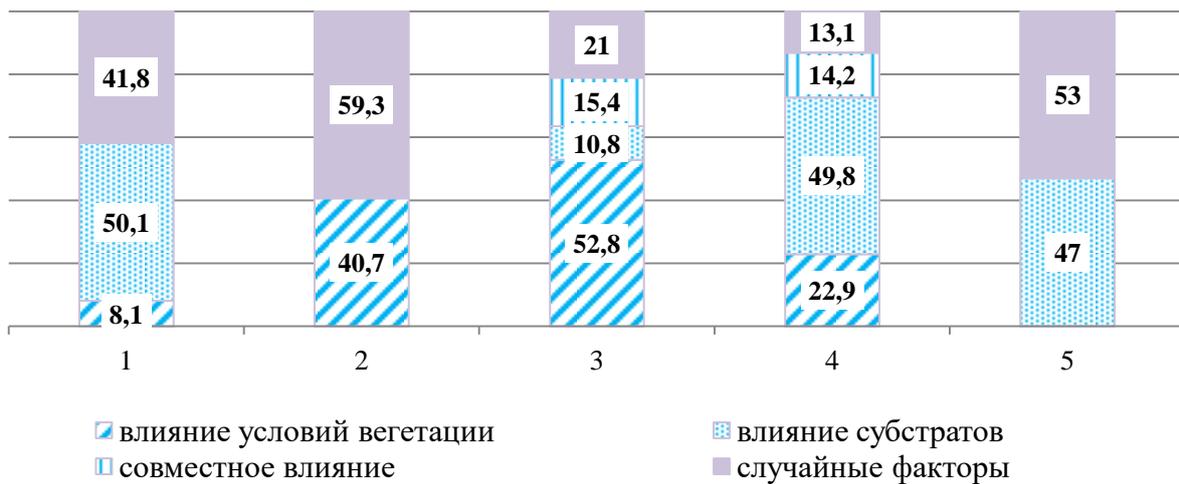


Рис. 1. Вклад изучаемых факторов в формирование морфометрических параметров корневой системы окорененных черенков облепихи сорта Алей (2017–2019 гг.), %: 1 – ризогенез; 2 – зона корнеобразования; 3 – количество корней 1-го порядка ветвления; 4 – суммарная длина корней 1-го порядка ветвления; 5 – количество клубеньковых образований

Влияние субстратов на образование корней 1-го порядка ветвления на зеленых черенках у сорта Джемовая имеет более стабильный характер, по всем вариантам эксперимента коэффициент вариации средний ($C_v = 13-21\%$).

Линейный рост корней на окорененных черенках облепихи зависит от обеспеченности растений элементами питания. Чем выше доза

сапропеля в грунте, тем активнее развивается поглощающая поверхность черенков у обоих сортов культуры. Улучшение азотного питания в блоке вариантов с аммиачной селитрой статистически значимо повлияло на увеличение суммарной длины корней 1-го порядка ветвления по отношению к аналогичным вариантам без применения минеральных туков.

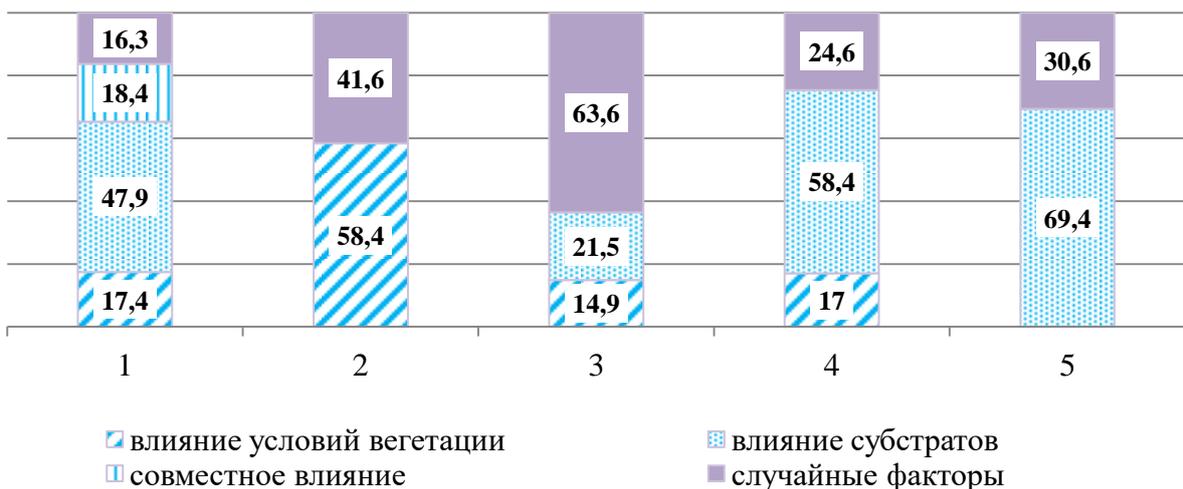


Рис. 2. Вклад изучаемых факторов в формирование морфометрических параметров корневой системы окорененных черенков облепихи сорта Джемовая (2017–2019 гг.), %: 1 – ризогенез; 2 – зона корнеобразования; 3 – количество корней 1-го порядка ветвления; 4 – суммарная длина корней 1-го порядка ветвления; 5 – количество клубеньковых образований

Наиболее длинные корни сформировались на торфо-песчаном грунте с добавлением сапропеля в дозе 20 т/га и аммиачной селитры – по 29,9 см у черенков сорта Алей и по 27,1 см у черенков сорта Джемоявая, что в 2,3 и в 2,4 раза соответственно превышает показатели контрольных экземпляров и на 22,5 и 16,3 % превосходит результаты по сравнению с подобными вариантами без азотных удобрений.

На корневой системе облепихи, как и у других представителей семейства *Elaeagnaceae*, в виде клубеньковых образований развивается перитрофная микориза, выполняющая функцию фиксации атмосферного азота [9]. Особенностью симбиоза является специфичность взаимодействия между определенными видами (штаммами, группами) клубеньковых бактерий и определенными родами (видами) высших растений [14]. По мнению [15, 16], эндосимбионт, вызывающий образование клубеньков на облепихе, высокоспециализирован с видом *Hipporphae*, также может существовать в свободном состоянии, по своей природе близок к актиномицетам, относится к роду *Frankia*.

В среднем за период эксперимента было установлено, что нодуляция не зависела от условий вегетации, существенное значение на этот процесс оказала модификация субстрата. Сила влияния фактора «субстрат» на количество клубеньковых образований у сорта Алей составила 47,0 %, у сорта Джемоявая – 69,4 %.

На всех вариантах с использованием сапропеля количество эндофита на окорененных черенках достоверно выше контрольных значений. Внесение агроメリоранта в субстрат привело к доведению реакции среды к требованиям культуры, что наряду с его богатым минералогическим составом содействовало активизации ростовых процессов. Соответственно, чем больше размеры придаточных корней у черенков, тем большая образуется площадь для возможного заселения корней ризобиями. Кроме того, материалы исследований [17] показывают, что формирование клубеньков ускоряется при понижении кислотности почвы, что также подтверждается и результатами нашего эксперимента.

Активизация работы клубеньковой биоты стимулируется наличием макро- и микроэлементов в корнеобитаемой зоне [18]. У сорта облепихи Алей зафиксирован положительный отклик на увеличение дозы внесения сапропеля и использование аммиачной селитры. Ризобиальный

симбиоз наиболее выражен на субстрате торф + песок + сапропель 20 т/га + N₃₀, количество клубеньков составило в среднем 2,7 шт., что на 2,0 шт. выше, чем на контрольном варианте.

Анализируя реакцию сорта Джемоявая на композиции субстратов, отметим, что наибольшее количество эндофитов зафиксировано на вариантах с применением сапропеля в дозе 15 т/га как в блоке без аммиачной селитры, так и в блоке с ее включением. Вероятно, для реализации симбиотического потенциала сорта Джемоявая достаточно применения дозы сапропеля 15 т/га.

Заключение. Таким образом, использование в технологии размножения облепихи зелеными черенками торфо-песчаного субстрата, созданного на основе верхового торфа с кислой реакцией среды, с добавлением сапропеля в дозе 20 т/га и аммиачной селитры в дозе 30 кг/га позволяет обеспечить окореняемость черенкового материала сортов Алей и Джемоявая в пределах их биологических возможностей регенерации придаточных корней и содействует лучшему развитию корневой системы.

Список источников

1. Мистратова Н.А. Совершенствование способа зеленого черенкования для размножения черной смородины и облепихи в условиях Красноярской лесостепи / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2016. 132 с.
2. Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В. Сортовые особенности окоренения зеленых черенков облепихи в условиях полузакрытых культивационных сооружений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 27–31.
3. Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В. Сортоспецифичность корнеобразования у зеленых черенков облепихи алтайской селекции в производственном опыте // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17, № 2. С. 131–145.
4. Пат. RU 2770893 С1. Способ размножения облепихи крушиновидной (*Hipporphae rhamnoides* L.) зелеными черенками / Бопп В.Л., Мистратова Н.А., Гуревич Ю.Л.; патентообладатель Краснояр. гос. аграр. ун-т. № 2021132122; заявл. 02.11.2021; опубл. 25.04.2022, Бюл. № 12.

5. Шматова Т.М., Зубарев Ю.А. Особенности роста и корнеобразования у зеленых черенков облепихи в зависимости от температурных условий // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 54–56.
6. Мистратова Н.А. Выход товарных саженцев облепихи в зависимости от применяемых субстратов и стимуляторов корнеобразования // Вестник КрасГАУ. 2008. № 4. С. 312–315.
7. Мистратова Н.А. Роль субстратов и регуляторов роста в формировании качества посадочного материала облепихи // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2014. № 28. С. 66–73.
8. Производство оздоровленного посадочного материала ягодных и малораспространенных культур / С.Д. Князев [и др.]. Орел: ОрелГАУ, 2012. 240 с.
9. Облепиха / А.Д. Букштынов [и др.]. М.: Лесная промышленность, 1978. 178 с.
10. Ульянова О.А., Кулебакин В.Г., Чупрова В.В. Экологическая оценка применения искусственных почвогрунтов // Современные проблемы почвоведения: мат-лы междунар. науч. конф. Томск: ТГУ, 2000. Т. 1. С. 130–133.
11. Тарасенко М.Т. Размножение растений зелеными черенками. М.: Колос, 1967. С. 169–184.
12. Шалпыков К.Т. Первые сведения по интродукционному изучению алтайских сортов облепихи в Кыргызстане // Известия национальной академии наук Кыргызской Республики. 2018. № 5. С. 221–227.
13. Верниченко И.В. Эндогенное образование нитратов в растительных тканях в различных условиях внешней среды и роль нитратной формы азота в жизни растений // Агрехимия. 2016. № 7. С. 81–95.
14. Многокомпонентный симбиоз бобовых с полезными почвенными микроорганизмами: генетическое и эволюционное обоснование использования в адаптивном растениеводстве / О.Ю. Штарк [и др.] // Экологическая генетика. 2011. Т. 9, № 2. С. 80–94.
15. Авдеев В.И. Физиологические процессы адвентивного ризогенеза и азотфиксации у зеленых черенков облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. 2014. № 1. С. 48–58.
16. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.). Барнаул, 2006. С. 17.
17. Bond L., Fletcher W.W., Fergusson T.P. The Development and Function of the Root Nodules of *Alnus Myrica* and *Hippophae*. Plaut and soil. 1959. P. 28.
18. Колягин Ю.С., Корольков Ю.В. Корневая система галеги восточной в зависимости от различных условий питания растений // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2011. № 1. С. 21–22.

References

1. Mistratova N.A. Sovershenstvovanie sposoba zelenogo cherenkovaniya dlya razmnozheniya chernoy smorodiny i oblepihi v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2016. 132 s.
2. Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Vorob'eva A.V. Sortovye osobennosti okoreneniya zelenyh cherenkov oblepihi v usloviyah poluzakrytyh kul'tivacionnyh sooruzhenij // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. № 1. S. 27–31.
3. Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Vorob'eva A.V. Sortospecifichnost' korneobrazovaniya u zelenyh cherenkov oblepihi altajskoj selekcii v proizvodstvennom opyte // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2022. T. 17, № 2. S. 131–145.
4. Pat. RU 2770893 S1. Sposob razmnozheniya oblepihi krushinovidnoj (*Hippophae rhamnoides* L.) zelenymi cherenkami / Bopp V.L., Mistratova N.A., Gurevich Yu.L.; patentoobladatel' Krasnoyar. gos. agrar. un-t. № 2021132122; zayavl. 02.11.2021; opubl. 25.04.2022, Byul. № 12.
5. Shmatova T.M., Zubarev Yu.A. Osobennosti rosta i korneobrazovaniya u zelenyh cherenkov oblepihi v zavisimosti ot temperaturnyh uslovij // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2014. № 4. S. 54–56.
6. Mistratova N.A. Vyhod tovarnyh sazhencev oblepihi v zavisimosti ot primenyaemyh substratov i stimulyatorov korneobrazovaniya // Vestnik KrasGAU. 2008. № 4. S. 312–315.
7. Mistratova N.A. Rol' substratov i regulyatorov rosta v formirovanii kachestva posadochnogo

- materiala oblepihi // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2014. № 28. S. 66–73.
8. Proizvodstvo ozdorovlennogo posadochnogo materiala yagodnyh i malorasprostranennyh kul'tur / S.D. Knyazev [i dr.]. Orel: OrelGAU, 2012. 240 s.
 9. Oblepiha / A.D. Bukshtynov [i dr.]. M.: Lesnaya promyshlennost', 1978. 178 s.
 10. Ul'yanova O.A., Kulebakin V.G., Chuprova V.V. `Ekologicheskaya ocenka primeneniya iskusstvennyh pochvogrunтов // Sovremennye problemy pochvovedeniya: mat-ly mezhdunar. nauch. konf. Tomsk: TGU, 2000. T. 1. S. 130–133.
 11. Tarasenko M.T. Razmnozhenie rastenij zelenymi cherenkami. M.: Kolos, 1967. S. 169–184.
 12. Shalpykov K.T. Pervye svedeniya po introdukcionnomu izucheniyu altajskih sortov oblepihi v Kyrgyzstane // Izvestiya nacional'noj akademii nauk Kyrgyzskoj Respubliki. 2018. № 5. S. 221–227.
 13. Vernichenko I.V. `Endogennoe obrazovanie nitratov v rastitel'nyh tkanyah v razlichnyh usloviyah vneshnej sredy i rol' nitratnoj formy azota v zhizni rastenij // Agrohimiya. 2016. № 7. S. 81–95.
 14. Mnogokomponentnyj simbioz bobovyh s poleznymi pochvennymi mikroorganizmami: geneticheskoe i `evolyucionnoe obosnovanie ispol'zovaniya v adaptivnom rastenievodstve / O.Yu. Shtark [i dr.] // `Ekologicheskaya genetika. 2011. T. 9, № 2. S. 80–94.
 15. Avdeev V.I. Fiziologicheskie processy adventivnogo rizogeneza i azotfiksacii u zelenyh cherenkov oblepihi (*Hippophae rhamnoides* L.) // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2014. № 1. S. 48–58.
 16. Panteleeva E.I. Oblepiha krushinovaya (*Hippophae rhamnoides* L.). Barnaul, 2006. S. 17.
 17. Bond L., Fletcher W.W., Fergussen T.P. The Development and Function of the Root Nodules of *Alnus Myrica* and *Hippophae*. Plaut and soil. 1959. P. 28.
 18. Kolyagin Yu.S., Korol'kov Yu.V. Kornevaya sistema galegi vostochnoj v zavisimosti ot razlichnyh uslovij pitaniya rastenij // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 1. S. 21–22.

Статья принята к публикации 27.06.2023 / The article accepted for publication 27.06.2023.

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

