

Применение стимулятора корнеобразования и некоторые особенности ризогенеза стеблевых черенков *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* при вегетативном размножении

А. А. Коростылев[✉], Л. А. Логвиненко, О. М. Шевчук, А. П. Диваков

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия

[✉]E-mail: andkor92@mail.ru

Аннотация. В работе представлены данные о степени укоренения и некоторые особенности формирования придаточных корней стеблевых черенков двух перспективных тропических видов лекарственных растений – *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus*. **Целью** проведенного исследования было изучение особенностей ризогенеза стеблевых черенков в зависимости от места заготовки и обработки стимулятором корнеобразования индолилмасляной кислоты. **Методы.** Двухфакторный эксперимент проводился в период 2019–2021 гг. на базе Никитского ботанического сада согласно общепринятым методикам вегетативного размножения растений и оценен с помощью метода дисперсионного анализа. **Научная новизна** работы заключается в комплексной сопоставительной оценке видоспецифических различий ризогенеза у двух лекарственно значимых тропических таксонов с учетом места заготовки черенков с растений и методов их обработки стимуляторами. **Результаты** показали выраженные межвидовые различия: *Aerva lanata* характеризуется низкой укореняемостью (уровень корнеобразования < 30 %) – отнесен к трудноукореняемым видам; *Orthosiphon aristatus* характеризуется высокой укореняемостью (> 70 %) – отнесен к легкоукореняемым видам. При этом для *A. lanata* обработка нижних срезов водным раствором индолилмасляной кислоты (ИМК) 50 мг/л существенно повышала укореняемость и биометрию корней; для *O. aristatus* применение ИМК 50 мг/л в целом не давало стабильного статистически достоверного улучшения во всех показателях. Черенки *Aerva lanata*, заготовленные из основания побегов, продемонстрировали лучшие репродукционные и биометрические показатели по сравнению с черенками из средней части побегов. У *Orthosiphon aristatus* данные результаты не зависели от порядка побегов – значимого преимущества черенков первого порядка над вторым не выявлено. Для повышения степени укоренения черенков *A. lanata* и их биометрических параметров рекомендуется преимущественно обработка ИМК 50 мг/л, особенно для черенков из основания побегов. Для *O. aristatus* могут применяться как обработка ИМК 50 мг/л, так и опудривание смесью активированного угля с ИМК (0,5 г/кг), хотя при этом разница по исследуемым показателям в сравнении с обработкой водой незначительна.

Ключевые слова: *Aerva lanata* Juss., пол-пала, *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., почечный чай, лекарственные растения, вегетативное размножение

Для цитирования: Коростылев А. А., Логвиненко Л. А., Шевчук О. М., Диваков А. П. Применение стимулятора корнеобразования и некоторые особенности ризогенеза стеблевых черенков *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* при вегетативном размножении // Аграрный вестник Урала. 2026. Т. 26, № 02. С. 237–246. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-02-237-246>.

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания: «Выявление закономерностей синтеза биологически активных веществ как основы создания сортов эфиромасличных и лекарственных растений – источников ценного растительного сырья и средств для улучшения качества жизни человека в рамках реализации программы импортозамещения» (FNNS-2025-0001).

Дата поступления статьи: 17.12.25, **дата рецензирования:** 30.12.2025, **дата принятия:** 16.01.2026.

Application of a root formation stimulant and some features of rhizogenesis in stem cuttings of *Aerva lanata* and *Orthosiphon aristatus* during vegetative propagation

A. A. Korostylev[✉], L. A. Logvinenko, O. M. Shevchuk, A. P. Divakov

Nikitsky Botanical Gardens – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia

[✉]E-mail: andkor92@mail.ru

Abstract. The paper presents data on the degree of rooting and some features of the formation of adventitious roots of stem cuttings of two promising tropical medicinal plant species – *Aerva lanata* and *Orthosiphon aristatus*. **The purpose** of the study was to investigate the features of rhizogenesis of stem cuttings depending on the place of harvesting and treatment with the rooting stimulant indole-butyric acid. **Methods.** The two-factor experiment was conducted in the period 2019–2021 on the basis of the Nikitsky Botanical Garden according to the generally accepted methods of vegetative plant propagation and was analyzed using the method of dispersion analysis. **The scientific novelty** of the work lies in the comprehensive comparative assessment of species-specific differences in rhizogenesis in two medicinal tropical taxa, taking into account the location of the plant cuttings and the methods of their treatment with stimulants. **The results** showed pronounced interspecific differences: *Aerva lanata* is characterized by low rooting capacity (root formation level < 30 %) and is classified as a difficult-to-root species; *Orthosiphon aristatus* is characterized by high rooting capacity (> 70 %) and is classified as an easy-to-root species. At the same time, for *A. lanata*, treatment of lower cuts with an aqueous solution of indolylbutyric acid (IBA) at a concentration of 50 mg/l significantly increased rooting and biometry; for *O. aristatus*, the use of IBA at a concentration of 50 mg/l did not result in a stable and statistically significant improvement in all parameters. *Aerva lanata* cuttings harvested from the base of the shoots showed better reproductive and biometric performance compared to cuttings from the middle part of the shoots. In *Orthosiphon aristatus*, the results did not depend on the order of the shoots; there was no significant advantage of first-order cuttings over second-order cuttings. To increase the degree of rooting of *A. lanata* cuttings and their biometric parameters, it is recommended to use IMC at a concentration of 50 mg/l, especially for cuttings from the base of the shoots. For *O. aristatus*, both IMC treatment at a concentration of 50 mg/l and dusting with a mixture of activated charcoal and IMC (0.5 g/kg) can be used, although there is no significant difference in the studied parameters compared to water treatment.

Keywords: *Aerva lanata* Juss., pol-pala, *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., kidney tea, medicinal plants, vegetative propagation

Acknowledgements. The study was carried out as part of a government assignment: “Identification of the patterns of synthesis of biologically active substances as the basis for creating varieties of essential oil and medicinal plants – sources of valuable plant raw materials and means for improving the quality of human life as part of the import substitution program” (FNNS-2025-0001).

For citation: Korostylev A. A., Logvinenko L. A., Shevchuk O. M., Divakov A. P. Application of a root formation stimulant and some features of rhizogenesis in stem cuttings of *Aerva lanata* and *Orthosiphon aristatus* during vegetative propagation. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2026; 26 (02): 237–246. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2026-26-02-237-246>. (In Russ.)

Date of paper submission: 17.12.25, **date of review:** 30.12.2025, **date of acceptance:** 16.01.2026.

Постановка проблемы (Introduction)

Восстановление отечественного лекарственного растениеводства является насущной задачей, учитывая исторический упадок отрасли и сохраняющуюся зависимость от импорта сырья [1]. Одобрение дорожной карты «Хелснет» в рамках Национальной технологической инициативы прямо указывает на

приоритетность развития промышленного выращивания лекарственных растений и производства фитопрепаратов. Внедрение в культуру новых, фармакопейных видов является ключевым звеном этой стратегии, а глобальный рост спроса на фитопрепараты, особенно в странах Восточной Азии, открывает для России возможности стать экспорте-

ром высококачественного сырья [2]. Вопросы вегетативного размножения лекарственных растений направлены не только на дальнейшее развитие отрасли лекарственного растениеводства, но и на сохранение всех биохимических признаков данных культур для воспроизводства качественного лекарственного сырья.

Aerva lanata и *Orthosiphon aristatus* обладают доказанным диуретическим, нефропротекторным, противовоспалительным и антиоксидантным действием [3–5]. Оба растения являются официальными лекарственными средствами, включенными в Государственную фармакопею РФ, однако их сырье импортируется из-за рубежа [6]. Препараты на их основе демонстрируют высокую эффективность и безопасность в профилактике и лечении уrolитиаза (мочекаменной болезни), распространенность которой возрастает [7]. Это создает устойчивый социальный запрос на доступное и качественное сырье.

Современная мировая практика базируется на неустойчивом сборе дикоросов, который служит основным источником сырья для фармацевтической и косметической промышленности. Бесконтрольная заготовка ведет к потере генетического разнообразия и деградации экосистем [8]. В Европе культивируется лишь около 10 % коммерчески используемых видов, что угрожает устойчивости их природных популяций [9]. Разработка эффективных методов размножения является основой для создания плантаций, что позволит обеспечить стабильное сырье, сохранить генофонд и снизить антропогенную нагрузку на природные экосистемы.

В контексте интродукционных исследований на Южном берегу Крыма ранее было установлено, что *Aerva lanata* в новых для себя условиях проходит полный жизненный цикл, способна к генеративному размножению и образует полноценные семена, что свидетельствует о высокой степени адаптации вида к абиотическим и биотическим условиям этого региона и указывает на потенциальную возможность его устойчивого культивирования [10]. Напротив, у *Orthosiphon aristatus* наблюдается крайне низкая эффективность плодоношения: завязывание плодов отмечается редко, а образующиеся плоды часто опадают до созревания. Анализ его генеративных структур выявил геркогамию и неодновременное созревание мужских и женских гамет, что объясняет недостаточную успешность генеративного размножения данного вида [11].

Размножение растений стеблевыми черенками является одним из широко распространенных методов вегетативного размножения и опирается на способность участков стебля формировать новые вегетативные особи. Ключевая сложность при применении этого метода заключается в обеспечении жизнеспособности отделенного черенка

в период его автономии до момента формирования собственной корневой системы, что определяет успешность укоренения и последующего роста. Продолжительность этого этапа варьирует в зависимости от комплекса факторов: физиологического состояния самого черенка, его положения на материнском растении, типа побега, а также от факторов среды. У некоторых таксонов эта способность выражена ярко, что делает метод простым и эффективным, тогда как у других укоренение черенков затруднено или практически невозможно.

Подобного рода исследования имеют теоретическое и практическое значение, поскольку позволяют выявить видоспецифические особенности укоренения, что может служить основой для оптимизации агротехнических приемов при массовом размножении и сохранении растительного материала. В рамках данной проблематики цель наших исследований состояла в выявлении особенностей ризогенеза, а также в определении оптимальных приемов заготовки и обработки стеблевых черенков двух перспективных лекарственных видов – *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* – при вегетативном размножении.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились в период 2019–2021 годов на базе лаборатории ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада (НБС). Методической основой работы послужили рекомендации по интродукционным и селекционным исследованиям ароматических и лекарственных растений [12]. Объектами исследования были два тропических лекарственных вида растений, традиционно используемые в фитотерапии заболеваний мочевыделительной системы в различных регионах их естественного произрастания.

Aerva lanata Juss. (эрва шерстистая, или полпала) – многолетнее травянистое растение с широким ареалом, включающим тропические регионы Индии, Африки и Юго-Восточной Азии. В фармакопеях в качестве лекарственного сырья используют высушенную траву этого вида, которая богата алкалоидами, стероидами, флавоноидами, дубильными веществами, белками, углеводами, кардиогликозидами, сапонинами и терпеноидами. Семенной материал *A. lanata* поступил в коллекцию НБС в 1986 году в результате завоза из Шри-Ланки.

Orthosiphon aristatus (Blume) Miq. (ортосифон тычиночный, или почечный чай) – многолетний полукустарник, натурализованный в регионах Индии, Юго-Восточной Азии и тропической Австралии; в качестве лекарственного и сырьевого материала используются высушенные листья и верхушки побегов, содержащие терпеноиды, полифенолы и стеролы. Зеленые черенки *O. aristatus* были получены из Пятигорского ботанического сада в 2014 году.

Таблица 1
Степень укоренения (%) стеблевых черенков *Aerva lanata* Juss. (средние значения за 2019–2021 гг.)

№	Вариант стимулирования корнеобразования (фактор А)	Часть побега (фактор В)	
		Основание	Средняя часть
1	Вода (контроль)	8,11 ± 0,56	5,22 ± 0,22
2	ИМК 50 мг/л	12,22 ± 0,95	8,89 ± 0,11
3	Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	9,22 ± 0,48	6,44 ± 0,48
HCP _{A05} = 1,92; HCP _{B05} = 2,35; HCP _{AB05} = 1,36			

Table 1
Routed stem cuttings degree (%) *Aerva lanata* Juss. (average values for 2019–2021)

No.	Option for stimulating root formation (factor A)	Part of the plant shoot (factor B)	
		Base	Middle part
1	Water (control)	8.11 ± 0.56	5.22 ± 0.22
2	IBA 50 mg/l	12.22 ± 0.95	8.89 ± 0.11
3	Activated charcoal mixture with IBA 50 mg/kg	9.22 ± 0.48	6.44 ± 0.48
LCD _{A05} = 1.92; LCD _{B05} = 2.35; LCD _{AB05} = 1.36			

Таблица 2
Некоторые особенности формирования придаточных корней у стеблевых черенков *Aerva lanata* Juss. (средние значения за 2019–2021 гг.)

№	Вариант стимулирования корнеобразования (фактор А)	Часть побега (фактор В)	
		Основание	Средняя часть
Количество корней 1-го порядка, шт.			
1	Вода (контроль)	2,97 ± 0,46	1,04 ± 0,20
2	ИМК 50 мг/л	4,58 ± 0,64	2,54 ± 0,50
3	Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	3,25 ± 0,18	1,39 ± 0,29
HCP _{A05} = 1,47; HCP _{B05} = 1,80; HCP _{AB05} = 1,04			
Длина корней 1-го порядка, см			
1	Вода (контроль)	1,33 ± 0,14	0,57 ± 0,10
2	ИМК 50 мг/л	2,24 ± 0,23	1,31 ± 0,12
3	Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	2,04 ± 0,12	1,29 ± 0,22
HCP _{A05} = 0,58; HCP _{B05} = 0,71; HCP _{AB05} = 0,41			

Table 2
Some features of the formation of adventitious roots in stem cuttings of *Aerva lanata* Juss. (average values for 2019–2021)

No.	Option for stimulating root formation (factor A)	Part of the plant shoot (factor B)	
		the base	the middle part
Number of 1st-order roots, pcs.			
1	Water (control)	2.97 ± 0.46	1.04 ± 0.20
2	IBA 50 mg/l	4.58 ± 0.64	2.54 ± 0.50
3	Activated charcoal mixture with IBA 50 mg/kg	3.25 ± 0.18	1.39 ± 0.29
LCD _{A05} = 1.47; LCD _{B05} = 1.80; LCD _{AB05} = 1.04			
Length of the 1st-order roots, cm			
1	Water (control)	1.33 ± 0.14	0.57 ± 0.10
2	IBA 50 mg/l	2.24 ± 0.23	1.31 ± 0.12
3	Activated charcoal mixture with IBA 50 mg/kg	2.04 ± 0.12	1.29 ± 0.22
LCD _{A05} = 0.58; LCD _{B05} = 0.71; LCD _{AB05} = 0.41			

В рамках совместного исследования по оценке корнеобразования у двух видов для каждого из них была принята унифицированная экспериментальная схема двухфакторного опыта. Материал отбирали на маточных растениях как с оснований и средней части побегов (*A. lanata*), так и с побегов первого и второго порядка (*O. aristatus*), причем заготовка осуществлялась в период выраженного вегетативного роста согласно общепринятой методике [13]. Особое внимание в эксперименте уделялось роли регуляторов роста. На основании исследований других авторов [14; 15] была рассмотрена концепция, благодаря которой мы смогли сосредоточиться на оценке сравнительной эффективности самих методов доставки фитогормона к тканям черенка. Для этого использовали три варианта обработки черенков: контроль (обработка водой), погружение нижней части черенка в водный раствор β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) в концентрации 50 мг/л с экспозицией 18 ч, а также опудривание основания смесью активированного угля с добавлением ИМК в соотношении 0,5 г/кг непосредственно перед посадкой в питомник размножения.

После обработки черенки высаживали в специально оборудованные экспериментальные парники защищенного грунта, где субстратом являлась почвенная смесь, состоящая из равных долей чернозема, песка и торфа. Для каждого сочетания факторов использовалась трехкратная повторность, что обеспечило статистическую достоверность результатов согласно общепринятому методу дисперсионного анализа [16].

Результаты (Results)

При обработке зеленых черенков *Aerva lanata* простым водным раствором было зафиксировано укоренение у 8,11 % образцов, заготовленных из основания побегов, тогда как доля укоренившихся черенков, взятых из средней части побегов, составила 5,22 % (таблица 1).

При сопоставлении показателей укоренения черенков, полученных из основания побегов, выявлено, что применение водного раствора индолилмасляной кислоты (вариант 2) приводило к статистически достоверному превышению уровня укоренения по сравнению с контрольной обработкой водой: в эксперименте с раствором ИМК корнеобразование достигало 12,22 %. Обработка смесью активированного угля с ИМК (вариант 3) также сопровождалась повышением степени укоренившихся черенков до 9,22 % по отношению к контролю, однако это увеличение не было статистически значимым.

Аналогичная тенденция отмечалась и для черенков, заготовленных из средней части побегов: в варианте 2, предусматривавшем обработку раствором ИМК, уровень укоренения составил 8,89 %, что являлось статистически значимым по отношению к контрольной группе, обработанной водой. Вариант 3

продемонстрировал умеренное повышение процента укоренившихся экземпляров до 6,44 %, однако данная разница также не достигала уровня статистической значимости по сравнению с контролем.

При подсчете числа придаточных корней в контрольной группе, где черенки обрабатывались водой, было установлено, что среднее количество придаточных корней у экземпляров, заготовленных из основания побегов, составило 2,97 единицы, тогда как у черенков, взятых из средней части побегов, этот показатель оказался существенно ниже и составил 1,04 единицы (таблица 2).

В эксперименте с применением водного раствора индолилмасляной кислоты в концентрации 50 мг/л (вариант 2) зафиксировано статистически значимое увеличение числа корней первого порядка. В частности, при обработке черенков, полученных из основания побегов, среднее количество придаточных корней возросло до 4,58 штуки, что наглядно подтверждает эффективность данного регулятора роста и развития. Аналогичная тенденция наблюдалась и для черенков, взятых из средней части побегов: среднее число образовавшихся придаточных корней в варианте 2 достигло 2,54 штуки, что также существенно превышает значение контрольной группы.

Вариант 3, предусматривавший опудривание смесью активированного угля с ИМК в дозировке 0,5 г/кг, не продемонстрировал существенных отличий по сравнению с контролем. Так, среднее количество придаточных корней у черенков из основания побегов в этом варианте составило 3,25 штуки, а у черенков из средней части – 1,39 штуки. Полученные данные свидетельствуют о том, что применение регулятора роста в форме опудривания в рассматриваемых условиях не оказывало заметного влияния на формирование придаточных корней.

Измерение длины придаточных корней у исследуемых черенков продемонстрировало данные, подтверждающие влияние применяемых методов обработки на морфогенез корней. В контрольной группе, где в качестве обработки использовалась простая вода, средняя длина придаточных корней у черенков, заготовленных из основания побегов, составила 1,33 см, тогда как у черенков, взятых из средней части побегов, этот показатель был более чем в два раза ниже и составил 0,57 см. Полученные значения свидетельствуют о том, что даже при отсутствии этапов гормональной стимуляции длина корней варьирует в зависимости от исходного места заготовки черенков.

Более выраженные эффекты были получены при использовании стимуляторов корнеобразования. Средняя длина корней первого порядка у укоренившихся черенков *Aerva lanata*, полученных как из основания побегов, так и из их средней части, достоверно превышала соответствующие показатели

контрольного варианта во всех изученных вариантах обработки. Наибольшие значения длины придаточных корней зафиксированы в варианте 2, где применяли водный раствор индолилмасляной кислоты в концентрации 50 мг/л: у черенков из основания побегов средняя длина достигла 2,24 см, а у черенков из средней части – 1,31 см.

Результаты исследований по числу укоренившихся черенков *Orthosiphon aristatus* представлены в таблице 3. Из этих данных видно, что при обработке зеленых черенков простой водой доля укоренившихся составила 88,55 % для черенков, заготовленных из побегов первого порядка, и 86,22 % для черенков, полученных из побегов второго порядка.

При детальном анализе процесса укоренения этих стеблевых черенков следует подчеркнуть, что в экспериментальном варианте 2 процент укоренившихся черенков, несмотря на абсолютное увеличение до 95,33 %, статистически не превышал показателей контрольной группы, где в качестве обработчика использовалась только вода. При комбинированной обработке черенков ИМК и активированного угля (вариант 3) также отмечено незначительное повышение данного параметра до 91,00 %.

Что касается черенков, заготовленных из побегов второго порядка, то в варианте 2 соответствующий показатель составил 92,00 %, который в сравнении с контролем не был достоверно значимым, а в варианте 3 вообще зарегистрировано минимальное увеличение степени укоренения до 87,11 %.

Проведенный анализ результатов подсчета придаточных корней позволил сформулировать ряд существенных наблюдений. В контрольной группе, где черенки из побегов первого порядка выдерживались в простой воде, зафиксировано среднее

значение числа придаточных корней, равное 8,64 штуки. В свою очередь, черенки от побегов второго порядка продемонстрировали несколько меньший показатель – 8,18 штуки (таблица 4).

При использовании ИМК в концентрации 50 мг/л (вариант 2) не было выявлено статистически значимого повышения числа корней: так, при обработке черенков из побегов первого порядка среднее значение составило 10,50 штуки, тогда как для черенков из побегов второго порядка этот показатель равнялся 9,81 штук. Аналогично в варианте 3, где применялось опудривание черенков смесью активированного угля и ИМК в дозировке 0,5 г/кг, результаты тоже не продемонстрировали существенных отличий по сравнению с контролем. Так, черенки, полученные из побегов первого порядка, в среднем имели 9,12 штуки корней, а черенки из побегов второго порядка – 8,94 штуки. Полученные данные подчеркивают необходимость всестороннего и детального исследования влияния различных методов обработки на процессы корнеобразования и подтверждают, что в условиях данного исследования ни один из тестируемых вариантов не обеспечил заметного превосходства по сравнению с контролем.

Исследование длины придаточных корней у укорененных черенков позволило получить подробные данные об их характеристиках при различных способах обработки. В контрольном варианте, где в качестве единственного регулятора применялась вода, было зафиксировано среднее значение длины корней у черенков, исходящих из побегов первого порядка, равное 3,21 см, тогда как у черенков, сформированных на побегах второго порядка, этот показатель оказался несколько ниже – 3,07 см.

Таблица 3
Степень укоренения (%) стеблевых черенков *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (средние значения за 2019–2021 гг.)

№	Вариант стимулирования корнеобразования (фактор А)	Тип побега (фактор В)	
		1-го порядка	2-го порядка
1	Вода (контроль)	88,55 ± 3,27	86,22 ± 2,02
2	ИМК 50 мг/л	95,33 ± 1,64	92,00 ± 2,46
3	Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	91,00 ± 1,26	87,11 ± 1,94
$HCP_{A05} = 7,82; HCP_{B05} = 9,58; HCP_{AB05} = 5,53$			

Table 3
Routed stem cuttings degree (%) *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (average values for 2019–2021)

No.	Option for stimulating root formation (factor A)	Type of plant shoot (factor B)	
		1st order	2nd order
1	Water (control)	88.55 ± 3.27	86.22 ± 2.02
2	IBA 50 mg/l	95.33 ± 1.64	92.00 ± 2.46
3	Activated charcoal mixture with IBA 50 mg/kg	91.00 ± 1.26	87.11 ± 1.94
$LCD_{A05} = 7.82; LCD_{B05} = 9.58; LCD_{AB05} = 5.53$			

Некоторые особенности формирования придаточных корней у стеблевых черенков *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (средние значения за 2019–2021 гг.)

№	Вариант стимулирования корнеобразования (фактор А)	Тип побега (фактор В)	
		1-го порядка	2-го порядка
Количество корней 1-го порядка, шт.			
1	Вода (контроль)	8,64 ± 0,75	8,18 ± 1,09
2	ИМК 50 мг/л	10,50 ± 1,08	9,81 ± 0,51
3	Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	9,12 ± 0,79	8,94 ± 1,20
$HCP_{A05} = 3,33; HCP_{B05} = 4,08; HCP_{AB05} = 2,36$			
Длина корней 1-го порядка, см			
1	Вода (контроль)	3,21 ± 0,21	3,07 ± 0,45
2	ИМК 50 мг/л	4,19 ± 0,23	3,67 ± 0,34
3	Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	3,89 ± 0,58	3,24 ± 0,43
$HCP_{A05} = 1,41; HCP_{B05} = 1,72; HCP_{AB05} = 0,99$			

Table 4

Some features of the formation of adventitious roots in stem cuttings of *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (average values for 2019–2021)

No.	Option for stimulating root formation (factor A)	Type of plant shoot (factor B)	
		1st order	2nd order
Number of 1st-order roots, pcs.			
1	Water (control)	8.64 ± 0.75	8.18 ± 1.09
2	IBA 50 mg/l	10.50 ± 1.08	9.81 ± 0.51
3	Activated charcoal mixture with IBA 50 mg/kg	9.12 ± 0.79	8.94 ± 1.20
$LSD_{A05} = 3.33; LSD_{B05} = 4.08; LSD_{AB05} = 2.36$			
Length of the 1st-order roots, cm			
1	Water (control)	3.21 ± 0.21	3.07 ± 0.45
2	IBA 50 mg/l	4.19 ± 0.23	3.67 ± 0.34
3	Activated charcoal mixture with IBA 50 mg/kg	3.89 ± 0.58	3.24 ± 0.43
$LSD_{A05} = 1.41; LSD_{B05} = 1.72; LSD_{AB05} = 0.99$			

При дальнейшем анализе длины корней первого порядка у укорененных черенков *Orthosiphon aristatus*, полученных из побегов как первого, так и второго порядка, выявлено, что ни одно из экспериментальных условий обработки не обеспечило статистически достоверного повышения данного параметра по сравнению с контролем. Вместе с тем наибольшая длина корней была зарегистрирована в варианте 2, причем для черенков, полученных из побегов первого порядка, этот показатель составил 4,19 см, тогда как для побегов второго порядка – 3,67 см.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Полученные в рамках исследования данные по вегетативному размножению стеблевыми черенками *Aerva lanata* позволяют сформулировать ряд конкретных выводов относительно влияния технологических приемов на укореняемость и биометрические характеристики корневой системы. Установлено, что показатели успешности укоренения и сопутствующие им морфометрические параметры корней зависят как от способов обработки

нижних срезов черенков индолмасляной кислотой, так и от того, из каких частей побегов были заготовлен материал для укоренения. В частности, наибольшее число укорененных черенков, полученных из различных участков побегов, было зарегистрировано в варианте 2, где применялся водный раствор ИМК в концентрации 50 мг/л. Число укоренившихся черенков в этом варианте превысило соответствующий показатель контрольной группы в 1,58 раза, что указывает на повышенную эффективность данной обработки. Более того, в большинстве рассматриваемых вариантов применение ИМК сопровождалось статистически значимым увеличением отдельных биометрических показателей корневой системы у черенков (как заготавливаемых от основания побегов, так и из их средней части) по сравнению с контролем. Наилучшие результаты по развитию корневой системы у укорененных черенков *Aerva lanata* зафиксированы в варианте 2: число корней первого порядка оказалось в 1,77 раза выше контрольного значения, при этом их средняя длина возросла и составила 1,87-кратное превышение по отношению к контролю.

Анализ репродуктивных показателей укорененных черенков, заготовленных из основания побегов, продемонстрировал, что во всех вариантах эксперимента они статистически превосходили соответствующие параметры черенков, полученных из средней части побегов. Данное обстоятельство позволяет более глубоко понять оптимальные условия вегетативного размножения изучаемого вида. По результатам исследования выявлено, что наиболее благоприятными условиями для успешного размножения *Aerva lanata* является обработка нижних срезов черенков водным раствором индолилмасляной кислоты в концентрации 50 мг/л, причем особенно целесообразно использовать для укоренения части побегов, отобранные из их основания. Вместе с тем в ходе проведенных опытов установлено, что *Aerva lanata* в целом характеризуется низкой укореняемостью: уровень образования корней у черенков данного вида в наблюдаемых вариантах не достигал 30 %, что указывает на трудности процесса укоренения этого растения. Кроме того, во всех вариантах эксперимента отмечено формирование сравнительно небольшого числа придаточных корней, что является важным критерием при отнесении к категории трудноукореняемых растений. На основании совокупности полученных данных *Aerva lanata* может быть отнесена к группе растений с затрудненным корнеобразованием, что следует учитывать при разработке технологий ее вегетативного размножения.

В результате проведенного исследования, посвященного вегетативному размножению стеблевыми черенками *Orthosiphon aristatus*, были получены данные, касающиеся укореняемости и морфометрии корневой системы, позволяющие оценить влияние технологических приемов на эти показатели. В частности, в ходе анализа не было выявлено устойчивой зависимости между изучаемыми пара-

метрами (показателями укоренения и биометрическими характеристиками корней) и применяемыми вариантами обработки нижних срезов с использованием индолилмасляной кислоты, равно как и от позиции побегов, из которых были заготовлены черенки.

Детальный разбор экспериментальных данных показал, что максимальный процент укоренения установлен для черенков, заготовленных из побегов как первого, так и второго порядка в вариант 2, где использовался водный раствор ИМК в концентрации 50 мг/л; при этом количество укорененных экземпляров превысило соответствующий показатель контрольной группы в 1,07 раза. Тем не менее эта разница не является статистически достоверной и носит несущественный характер с точки зрения масштабов изменения параметров в целом.

Следует подчеркнуть, что в экспериментальном варианте 2 наблюдались выгодные изменения ряда морфометрических характеристик корневой системы черенков *Orthosiphon aristatus*. Так, число корней первого порядка в данном варианте оказалось выше соответствующего показателя контрольной группы в 1,21 раза, тогда как средняя длина корней превысила контрольный уровень в 1,25 раза. При этом при углубленном анализе репродуктивных параметров черенков, полученных из побегов первого порядка, не было выявлено статистически значимого превосходства по перечисленным показателям над черенками, заготовленными из побегов второго порядка, во всех исследованных вариантах.

В результате всестороннего анализа и экспериментальной оценки способности к укоренению черенков *Orthosiphon aristatus* получены значимые выводы: отмечено выраженное корнеобразование, превышающее 70 %, что позволяет отнести данный вид к категории легко укореняемых растений.

Библиографический список

1. Козко А. А., Цицилин А. Н. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России // Сборник научных трудов ГНБС. 2018. Т. 146. С. 18–25. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.03.
2. Полоз Т. П., Соколов Н. Н., Васильев А. В. Лекарственные растения России – неиссякаемый источник для создания новых высокоэффективных лечебно-профилактических препаратов и биологически активных пищевых добавок // Вопросы медицинской химии. 2000. Т. 46, № 2. С. 101–109.
3. Assessment report on *Orthosiphon stamineus* Benth., folium. 2011 [Электронный ресурс]. URL: https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/superseded-assessment-report-orthosiphon-stamineus-benth-folium_en.pdf (дата обращения: 16.01.2026).
4. Khatun M. A., Harun-Or-Rashid Md., Rahmatullah M. Scientific validation of eight medicinal plants used in traditional medicinal systems of Malaysia: a review // American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture. 2011. Vol. 5 (1). Pp. 67–75.
5. Nagaratna A., Prakash L. Hegde, Harini A. A pharmacological review on Gorakha ganja (*Aerva lanata* (Linn) Juss. Ex. Schult) // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2015. Vol. 3 (5). Pp. 35–39.
6. Коростылев А. А., Логвиненко Л. А. Перспективные лекарственные растения в коллекции Никитского ботанического сада // Биотехнология выращивания лекарственных и эфиромасличных культур: материалы всероссийской научной конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 23–31.

7. Аполихин О. И., Сивков А. В., Солнцева Т. В., Комарова В. А., Зайцевская Е. В. Эпидемиология мочекаменной болезни в различных регионах Российской Федерации по данным официальной статистики // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7, № 2. С. 120.
8. Edwards R. No remedy in sight for herbal ransack // New Scientist. 2004. Vol. 181 (6). Pp. 10–11.
9. Herbal harvests with a future: towards sustainable sources for medicinal plants. 2004 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/47753721/herbal-harvests-with-a-future-plantlife/5> (дата обращения: 16.01.2026).
10. Коростылев А. А. Морфологические особенности плодов, семян и проростков *Aerva lanata* (L.) Juss. в условиях интродукции на Южный берег Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021. № 140. С. 111–119. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-111-119.
11. Шевченко С. В., Коростылев А. А., Шевчук О. М. Особенности биологии развития *Orthosiphon aristatus* (Lamiaceae) в условиях интродукции на Южном берегу Крыма // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2022. Т. 22, № 4. С. 437–444. DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-4-437-444.
12. Шевчук О. М., Исиков В. П., Логвиненко Л. А. Методологические и методические аспекты интродукции и селекции ароматических и лекарственных растений. Симферополь: Ариал, 2022. 140 с.
13. Тарасенко М. Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур. Москва: МСХА, 1991. 272 с.
14. Павленкова Г. А., Емельянова О. Ю. Оценка репродукционного потенциала чубушника венечного ф. золотой карликовый (*Philadelphus coronaries* L. f. *aureus nanus*) при размножении зелеными черенками // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 9. С. 73–76.
15. Павленкова Г. А., Емельянова О. Ю. Особенности ризогенеза стеблевых черенков *Philadelphus coronarius* L. f. *aureus nanus* при зеленом черенковании // Садоводство и виноградарство. 2021. № 1. С. 32–38. DOI: 10.31676/0235-2591-2021-1-32-38.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Альянс, 2011. 351 с.

Об авторах:

Андрей Андреевич Коростылев, научный сотрудник лаборатории ароматических и лекарственных растений, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия; ORCID 0000-0002-0000-7582, AuthorID 877695. E-mail: andkor92@mail.ru

Лидия Алексеевна Логвиненко, научный сотрудник лаборатории ароматических и лекарственных растений, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия; ORCID 0000-0002-0936-1895, AuthorID 899212. E-mail: logvinenko1963@list.ru

Оксана Михайловна Шевчук, доктор биологических наук, заместитель директора по науке, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия; ORCID 0000-0002-3811-3161, AuthorID 893152. E-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru

Андрей Павлович Диваков, младший научный сотрудник лаборатории ароматических и лекарственных растений, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук, Ялта, Россия; ORCID 0000-0002-0000-7582, AuthorID 1105302. E-mail: divakov88@mail.ru

References

1. Kozko A. A., Tsitsilin A. N. Prospects and problems of revival of medicinal crop production in Russia. *Works of the State Nikita Botanical Gardens*. 2018; 146: 18–25. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.03. (In Russ.)
2. Poloz T. P., Sokolov N. N., Vasilyev A. V. Medicinal plants of Russia as an inexhaustible source for creation of new high performance preventive remedies and biologically-active food additives. *Voprosy Meditsinskoj Khimii*. 2000; 46 (2): 108–109. (In Russ.)
3. *Assessment report on Orthosiphon stamineus Benth., folium* [Internet]. 2011 [cited 2026 Jan 16]. Available from: https://www.ema.europa.eu/en/documents/herbal-report/superseded-assessment-report-orthosiphon-stamineus-benth-folium_en.pdf.
4. Khatun M. A., Harun-Or-Rashid Md., Rahmatullah M. Scientific validation of eight medicinal plants used in traditional medicinal systems of Malaysia: a review. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. 2011; 5 (1): 67–75.
5. Nagaratna A., Prakash L. Hegde, Harini A. A pharmacological review on Gorakha ganja (*Aerva lanata* (Linn) Juss. Ex. Schult). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2015; 3 (5): 35–39.
6. Korostylev A. A., Logvinenko L. A. Promising medicinal plants in the collection of the Nikitsky botanical garden. *Biotechnology of Growing Medicinal and Essential Oil Crops. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference*. Saint Petersburg, 2023. Pp. 23–31. (In Russ.)

7. Apolikhin O. I., Sivkov A. V., Solntseva T. V., Komarova V. A., Zaitsevskaya E. V. Epidemiology of urolithiasis in various regions of the Russian Federation according to official statistics. *Saratov Scientific and Medical Journal*. 2011; 7 (2): 120. (In Russ.)
8. Edwards R. No remedy in sight for herbal ransack. *New Scientist*. 2004; 181 (6): 10–11.
9. *Herbal harvests with a future: towards sustainable sources for medicinal plants* [Internet]. 2004 [cited 2026 Jan 16]. Available from: <https://www.yumpu.com/en/document/read/47753721/herbal-harvests-with-a-future-plantlife/5>.
10. Korostylev A. A. Morphological features of fruits, seeds and seedlings of *Aerva lanata* (L.) Juss. in the conditions of introduction to the Southern coast of Crimea. *Bulletin of the State Nikita Botanical Gardens*. 2021; 140: 111–119. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-111-119. (In Russ.)
11. Shevchenko S. V., Korostylev A. A., Shevchuk O. M. Features of the developmental biology of *Orthosiphon aristatus* (Lamiaceae) under the conditions of introduction on the Southern coast of the Crimea. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*. 2022; 22 (4): 437–444. DOI: 10.18500/1816-9775-2022-22-4-437-444. (In Russ.)
12. Shevchuk O. M., Isikov V. P., Logvinenko L. A. *Methodological and procedural aspects of introduction and breeding of aromatic and medicinal plants*. Simferopol: Arial, 2022. 140 p. (In Russ.)
13. Tarasenko M. T. *Soft-wood cuttings of garden and forest crops*. Moscow: MSKHA, 1991. 272 p. (In Russ.)
14. Pavlenkova G. A., Emelyanova O. Yu. Assessment of the reproductive potential of *Philadelphus coronarius* L. f. *aureus nanus* by soft-wood cuttings. *Bulletin of the Kursk State Agrarian University*. 2019; 9: 73–76. (In Russ.)
15. Pavlenkova G. A., Emelyanova O. Yu. Stem cutting rhizogenesis in softwood grafting of *Philadelphus coronarius* L. f. *aureus nanus*. *Horticulture and Viticulture*. 2021; 1: 32–38. DOI: 10.31676/0235-2591-2021-1-32-38. (In Russ.)
16. Dospikhov B. A. *The methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow: Al'yans, 2011. 351 p. (In Russ.)

Authors' information:

Andrey A. Korostylev, researcher at the laboratory of aromatic and medicinal plants, Nikitsky Botanical Gardens – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia; ORCID 0000-0002-0000-7582, AuthorID 877695. *E-mail: andkor92@mail.ru*

Lidiya A. Logvinenko, researcher at the laboratory of aromatic and medicinal plants, Nikitsky Botanical Gardens – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia; ORCID 0000-0002-0936-1895, AuthorID 899212. *E-mail: logvinenko1963@list.ru*

Oksana M. Shevchuk, doctor of biological sciences, deputy director for science, Nikitsky Botanical Gardens – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia; ORCID 0000-0002-3811-3161, AuthorID 893152. *E-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru*

Andrey P. Divakov, junior researcher at the laboratory of aromatic and medicinal plants, Nikitsky Botanical Gardens – National Science Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia; ORCID 0000-0002-0000-7582, AuthorID 1105302. *E-mail: divakov88@mail.ru*