

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

УДК 581.522.4:615.322 (477.75)

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИОННОГО ИЗУЧЕНИЯ *AERVA LANATA* JUSS. И *ORTHOSIPHON ARISTATUS* (BLUME) MIQ. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

Андрей Андреевич Коростылев

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Республика Крым, м.о. город-курорт Ялта,
тер. Никитский ботанический сад, здание 1, строение 1
E-mail: andkor92@mail.ru

В статье представлены результаты комплексного интродукционного исследования двух тропических лекарственных видов – *Aerva lanata* Juss. (эрва шерстистая) и *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (ортосифон тычиночный), культивируемых в зоне сухого субтропического климата Южного берега Крыма в открытом и защищенном грунте в период 2019–2023 гг. Актуальность работы обусловлена необходимостью импортозамещения лекарственного растительного сырья и введения в промышленную культуру ценных видов, включенных в Государственную Фармакопею РФ. В ходе исследований впервые для региона изучены онтогенетические циклы, сезонная динамика роста и развития, особенности цветения и плодоношения, семенная продуктивность и качество семян.

Установлено, что *A. lanata* проходит полный цикл развития в открытом грунте как однолетник, формирует полноценные семена с всхожестью 56–64%, сохраняющейся в течение пяти лет, и характеризуется продуктивностью надземной фитомассы 141,8 г/растение, при этом содержание флавоноидов в сырье в два раза превышает фармакопейные требования. Выявлено, что *O. aristatus* успешно культивируется в открытом грунте как однолетник с последующей передержкой маточников в теплице, легко размножается черенками (укореняемость 86–95%), однако завязывание полноценных семян ограничено из-за нарушений в развитии генеративных структур и стерильности пыльцы. Продуктивность сырья в открытом грунте составляет 147,3 г/растение, а содержание экстрактивных веществ превышает 25 %. На основании результатов исследований проведена интродукционная оценка, которая подтвердила перспективность культивирования обоих видов в условиях Южного берега Крыма для получения высококачественного лекарственного сырья в рамках стратегии импортозамещения.

Ключевые слова: *Aerva lanata*; *Orthosiphon aristatus*; интродукция; лекарственные растения; Южный берег Крыма; семенная продуктивность; вегетативное размножение; качество сырья; импортозамещение

Введение

Современная фармацевтическая промышленность, исторически связанная с ботанической медициной, в последние десятилетия сместилась в сторону синтетических подходов к разработке лекарств (Schmidt et al., 2008). Однако синтетические препараты имеют недостатки, такие как побочные эффекты и сложности в достижении оптимального терапевтического эффекта, что повышает интерес к растительным средствам. Рынок растительных препаратов и пищевых добавок растет благодаря их безопасности и физиологичности. Растения содержат широкий спектр биологически активных соединений, что делает их ценным источником лекарств (Raskin, Ripoll, 2004).

По данным ВОЗ, 80 % населения развитых стран используют растительные препараты для лечения заболеваний (Vines, 2004). Это объясняется их мягким воздействием, снижением риска побочных эффектов и комплексным влиянием на патогенез благодаря широкому спектру биологически активных веществ (Adepu et al., 2013).

Однако в России отрасль лекарственного растениеводства пережила упадок, что привело к зависимости от импорта сырья (Козко, Цицилин, 2018). Для восстановления

отрасли необходимы стратегические меры и консолидация усилий производства и науки. Развитие этой сферы имеет стратегическое значение для внутреннего рынка страны и укрепления позиций России как экспортера. Глобальный спрос на растительные препараты открывает возможности для России занять лидирующие позиции на мировом рынке. Одобрение дорожной карты Национальной технологической инициативы «Хелснет» подчеркивает важность развития отрасли, включая промышленное выращивание лекарственных растений и производство натуральных препаратов. Экспорт растительного сырья более выгоден, чем традиционных культур, благодаря растущему спросу в Китае, Индии и других странах

Восточной Азии, где развитие производства ограничено перенаселением и деградацией почв. Россия обладает значительным потенциалом для укрепления своих позиций как экспортера высококачественного сырья и фитопрепаратов (Полоз и др., 2000).

Одной из серьезных проблем современности является неустойчивый сбор дикорастущих лекарственных растений, который служит основным источником сырья для фармацевтической и косметической промышленности. Бесконтрольный сбор ведет к потере генетического разнообразия и деградации экосистем. Сегодня используется около 50 000 видов лекарственных растений, две трети которых добываются из дикой природы (Edwards, 2004). В Европе культивируется лишь 10 % коммерчески используемых видов, что угрожает устойчивости их популяций и биоразнообразию (Vines, 2004).

Для решения этой проблемы необходим переход от экстенсивного сбора к устойчивому культивированию. Это обеспечит стабильные поставки сырья, сохранит генофонд растений и экологическое равновесие. Важную роль в этом играют ботанические сады, такие как ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» (НБС–ННЦ), который с момента основания на протяжении уже более 200 лет занимается интродукцией полезных растений. В НБС–ННЦ создана коллекция лекарственных видов, включающая тропические и субтропические, среди которых особое значение имеют *Aerva lanata* Juss. (эрва шерстистая или пол-пала) и *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (ортосифон тычиночный). Следует отметить, что они являются официальными, включены в Государственную Фармакопею РФ и используются в современной медицине как диуретики. Культивирование этих видов может снизить зависимость от импорта и укрепить лекарственную безопасность страны. Первые попытки интродукции *Aerva lanata* в СССР были осуществлены в 1977 году в Грузинской ССР (Куркина, Осипова, 2010). В дальнейшем, были выявлены основные биологически активные соединения данного вида, включая флавоноиды, гликозиды и алкалоиды (Zapsochnaya et al., 1991). Исследования особенностей развития пол-палы на Крымском полуострове подтвердили ее способность проходить полный цикл роста и развития, включая созревание семян, в различных почвенно-климатических условиях региона (Машанов и др., 1997). Интродукция *Orthosiphon aristatus* на территории СССР началась в 1939 году, когда он был завезен в районы влажных субтропиков Грузинской ССР. С 1953 по 1955 были предприняты значительные шаги для организации промышленного культивирования ортосифона, а также заложены первые промышленные плантации (Гаммерман, 1960).

Несмотря на интерес и накопленный опыт, на сегодняшний день *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* не введены в культуру. Исследования в экологически чистых зонах сухих субтропиков помогут изучить биологические и продуктивные характеристики этих растений и разработать агротехнологические приемы закладки производственных насаждений.

Цель работы – выявление морфолого-биологических особенностей развития *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* в условиях Южного берега Крыма для определения перспективности их культивирования как ценных источников биологически активных веществ.

Объекты и методы исследования

Комплекс научных исследований осуществлялся в период с 2019 по 2023 гг. на базе лаборатории ароматических и лекарственных растений НБС–ННЦ. Полевые опыты проводились как в условиях открытого грунта, так и в защищенном грунте на коллекционном участке с применением стандартных агротехнических мероприятий.

Район исследований Южный берег Крыма (ЮБК) – характеризуется сухим субтропическим климатом средиземноморского типа с мягкой зимой и жарким сухим летом. Среднегодовая температура воздуха составляет 12,4–12,9 °С, средняя температура июля (самый жаркий месяц) – 22,8–23,2 °С, января (самый холодный месяц) – 3,1–3,9 °С. Продолжительность безморозного периода в среднем равна 252 дням. Годовая сумма осадков достигает 600 мм, при этом около 60 % выпадает в холодный период (с декабря по март), а испаряемость в вегетационный период в 3,7 раза превышает количество осадков, что обуславливает дефицит влаги в почве. В годы проведения исследований климатические условия ЮБК характеризовались значительной межгодовой и сезонной изменчивостью. Среднемесячные температуры воздуха во все годы стабильно превышали многолетние нормы, особенно в зимний период (например, в январе 2021 г. – на 95 %, в январе 2023 г. – на 116 %). Летние месяцы отличались частыми периодами с высокой температурой (до 37 °С в августе 2023 г.) и неравномерным увлажнением. Режим осадков носил контрастный характер: на фоне засушливых периодов (август 2023 г. – 4,9 мм) фиксировались экстремально влажные месяцы (ноябрь 2023 г. – 265,8 мм, 429 % от нормы; июнь 2021 г. – 175,2 мм, 417 % от нормы). Весенние и осенние периоды также отличались неустойчивостью погодных условий с резкими перепадами температур и ливневыми осадками. В целом, период исследований отражал тенденцию к потеплению и учащению климатических аномалий в регионе.

Семена *A. lanata* были получены по делектусу в 1986 году из Шри-Ланки. Зеленые черенки *O. aristatus* получены из Пятигорского ботанического сада в 2014 г.

Aerva lanata – многолетнее травянистое растение семейства Amaranthaceae, произрастающее в тропических регионах (Индия, Африка, Шри-Ланка, Филиппины), широко используется в традиционной медицине, включая Аюрведу и китайскую медицину. Лекарственным сырьем служит надземная часть растения, обладающая противовоспалительными, диуретическими, антисептическими и антиоксидантными свойствами (Ragavendran et al., 2012). Препараты эрвы шерстистой применяются для лечения воспалений мочеполовой системы, язв желудка, полипов кишечника и мочекаменной болезни, способствуя растворению оксалатных камней. Растение также проявляет антидиабетическую, иммуномодулирующую, противоопухолевую и гепатопротекторную активность (Goyal et al., 2011).

Orthosiphon aristatus (яванский чай) из семейства Lamiaceae, распространен в тропической Азии и Австралии, – многолетнее растение высотой 40–80 см с четырехгранным стеблем и яйцевидно-ромбовидными листьями. Лекарственными частями являются листья и верхушки стеблей, используемые в народной медицине для лечения гипертонии, диабета, заболеваний почек, подагры и ревматизма (Arafat et al., 2008). В Европе интерес к ортосифону возник в 1886 году, и к 1926 г. данный вид был включен в фармакопею Голландии, а позже – Франции. В Индонезии «яванский чай» применяется для лечения ревматизма, диабета, гипертонии, почечных патологий, лихорадки и других заболеваний. Благодаря диуретическому и нефропротекторному

действию, ортосифон также называют «почечным чаем»; лечебные свойства обусловлены наличием горького гликозида ортосифонина, который проявляет противоопухолевую, гипогликемическую, антигипертензивную, мочегонную и гепатопротекторную активность. Однако в природе *Orthosiphon aristatus* может встречаться редко, что подчеркивает важность его культивирования для сохранения вида (Rajendran et al., 2001).

При выполнении работы был применен комплексный подход, сочетающий полевые и вегетационные эксперименты, а также лабораторные биохимические исследования. В ходе вегетационных опытов растения выращивались в экспериментальных парниках. Почвенная смесь, используемая в качестве субстрата, состояла из равных долей чернозема, песка и торфа. В связи с недостаточным количеством осадков в теплый период года применялось орошение как важный агротехнический прием, компенсирующий дефицит влаги.

При проведении морфологических наблюдений и описаний опирались на фундаментальные труды отечественных ботаников, в частности, на серию Атласов по описательной морфологии высших растений под редакцией профессора А.А. Федорова (1956, 1962, 1975, 1979), а также на монографию И.П. Серебрякова «Морфология вегетативных органов высших растений» (1952).

В процессе исследования особое внимание было уделено изучению сезонного цикла роста и развития изучаемых видов. Наблюдения осуществлялись на 30 модельных растениях каждого вида, что обеспечило репрезентативность выборки и статистическую значимость данных. Биометрические измерения проводились с периодичностью один раз в декаду и включали определение высоты генеративных побегов, диаметра растений, а также фиксацию фенологических фаз развития. Параллельно осуществлялся мониторинг гидротермических факторов среды для установления взаимосвязей между климатическими условиями и особенностями сезонного развития растений.

Методологической основой фенологических наблюдений послужила работа И.Н. Бейдеман: «Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ» (1974), а также рекомендации специалистов лаборатории ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада (Шевчук и др., 2022). Обработка материалов фенологических наблюдений осуществлялась с использованием методики Н.Г. Москаленко (1964).

В рамках исследований семенной продуктивности и оценки качества семян использовался комплекс современных методик. Определение массы 1000 семян осуществлялось путем взвешивания выборки из 100 семян на аналитических весах AND HR-250A в четырехкратной повторности. Изучение качественных характеристик семян, таких как всхожесть и энергия прорастания, осуществлялось согласно методике М.К. Фирсовой (1969), предусматривающей проращивание семян в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при оптимальных температурных условиях (20–30°C) в четырехкратной повторности по 100 семян в каждой. При проведении исследований учитывались также действующие государственные стандарты, в частности ГОСТ Р 51096-97.

Морфологическое описание семян проводилось с использованием: «Атласа по описательной морфологии высших растений» под редакцией А.А. Федорова (1986, 1989), а также работ Н.Н. Каден и С.А. Смирновой (1974), И.А. Ивановой и Н.М. Дудик (1974). Морфометрические измерения линейных размеров семян (длина, ширина, толщина) оценивались в 30-кратной повторности с использованием бинокулярной оптической техники. Для получения детальных изображений применялись стереоскопические микроскопы Nikon SMZ745T и Ломо МСП-1, оснащенные

цифровыми камерами Tour-Cam, с последующей обработкой в программах TourView и ImageView.

При выделении онтогенетических состояний растений использовалась концепция дискретного описания онтогенеза, разработанная Т.А. Работновым и А.А. Урановым. Изучение особенностей цветения проводилось по методикам А.Н. Пономарева (1960), В.Н. Голубева и Ю.С. Волокитина (1986), а также А.Н. Пономарева и Е.И. Демьяновой (2000). Для последующего морфологического и анатомического изучения растительный материал фиксировался с использованием растворов Карнуа и FAA. Гистологические препараты готовились по общепринятым методикам, опираясь на работы Б. Ромейса (1954), С.В. Шевченко и ее коллег (1986), а также З.П. Паушевой (1990). Парафиновые срезы готовились на ротационном микротоме RMD-3000. Окрашивание препаратов осуществлялось метиловым зеленым и пиронином по методике С.В. Шевченко и А.А. Чеботаря (1992), а также гематоксилином по методике Ботанического института им. В.Л. Комарова с подкраской алциановым синим. Анализ гистологических препаратов проводился на микроскопе AxioScope A.1 (Carl Zeiss) с системой анализа изображений Axio Cam ERc 5s.

Методологической основой для изучения семенной продуктивности послужили труды И.В. Вайнагия (1974). Оценка семенной продуктивности включала подсчет количества соцветий на растении, количества цветков в соцветии, числа семязачатков в завязях (потенциальная семенная продуктивность – ПСП) и количества вызревших семян (реальная семенная продуктивность – РСП). Коэффициент семенификации (КСП) определялся как отношение РСП к ПСП, выраженное в процентах. Оценка семенной продуктивности проводили в фазы массового цветения и плодоношения на генеративных побегах, отобранных с 10 модельных особей, с последующим пересчетом на одно растение.

Качество растительного сырья анализировалось в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи Российской Федерации XIV издания. Для сырья эрвы шерстистой (*Aerva lanatae herba*) применялись требования фармакопейной статьи ФС.2.5.0054.15. Заготовка сырья проводилась в фазу массового цветения – начала плодоношения. Подлинность сырья устанавливалась органолептическими, микроскопическими и хроматографическими методами (тонкослойная хроматография фенольных соединений). Для сырья ортосифона тычиночного (*Orthosiphonis staminei folia*) применялись требования ФС.2.5.0088.18, включающие анализ диагностических признаков и тонкослойную хроматографию веществ, извлекаемых 96%-ным спиртоводным раствором.

Для комплексной оценки успешности интродукции использовалась многобалльная шкала, разработанная в НБС–ННЦ, учитывающая габитус растения, интенсивность цветения, соответствие жизненной форме, семеношение, способность к самосеву и вегетативному размножению, зимостойкость и засухоустойчивость (Шевчук и др., 2022). Балльная оценка рассчитывалась путем суммирования баллов по каждому признаку с последующим делением на общее число этих признаков. Оценка перспективности культивирования проводилась по 3-х балльной шкале на основе следующих критериев: длительность существования вида в коллекции, устойчивость к вредителям и болезням, биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ, сумма баллов, успешность интродукции. На основании суммы баллов виды распределялись по категориям: малоперспективные (4–6 баллов), перспективные (7–9 баллов) и очень перспективные (10–12 баллов).

Статистическая обработка данных проводилась в соответствии с общепринятыми методиками, основанных на трудах Б.А. Доспехова (1972), Г.Н. Зайцева (1973) и Г.Ф. Лакина (1990), при доверительной вероятности $P = 0,95$ с

использованием пакета программ Microsoft Excel 2010. Количественные данные представлены в виде средних арифметических значений ($\bar{X}$) с указанием стандартной ошибки среднего (m), а также минимальных ($\min$) и максимальных ($\max$) значений. Рассчитывался коэффициент вариации (V , %) с оценкой уровня вариабельности по шкале С.А. Мамаева (1975): очень низкий ($V < 8\%$), низкий ($V = 8-12\%$), средний ($V = 13-20\%$), высокий ($V = 21-40\%$), очень высокий ($V > 40\%$).

Результаты и их обсуждение

Изучение особенностей развития *Aerva lanata* дало возможность выделить три возрастных периода: латентный, прегенеративный и генеративный, а также пять онтогенетических состояний. При этом следует отметить, что постгенеративный период не наблюдается. Латентный этап (se) представляет собой период, в течение которого происходит созревание семени вплоть до его прорастания. Семена характеризуются небольшими размерами, блестящей поверхностью, имеют бобовидную форму и окрашены в черный цвет. В лабораторных условиях при переменных температурах ($20-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) прорастание начинается на 6–7 день, энергия прорастания составляет $11,0 \pm 2,5\%$, лабораторная всхожесть – $59,0 \pm 4,3\%$. Прегенеративный этап развития растений представляет собой последовательный процесс, который начинается с проростков и проходит через ювенильное и имматурное состояния, достигая виргинильного этапа, на котором формируются настоящие листья и наблюдается интенсивный вертикальный рост. На стадии проростков (p) растения характеризуются появлением семядольных листьев, которые имеют длину 2,0 мм и ширину 1,0 мм. В этот период зародышевый корешок преобразуется в первичный корень. Ювенильное состояние (j) определяется возникновением первой пары настоящих листьев, которые появляются на высоте от 1,0 до 1,5 см над уровнем почвы. В это время корень достигает длины 3,0 см. На стадии имматурного состояния (im) происходит отмирание семядольных листьев, и формируется 3–4 пары настоящих листьев, обладающих переходной формой листовой пластины. Высота растений в этот период составляет от 4 до 6 см, а длина корня достигает 7,0 см. Виргинильное состояние (v) характеризуется бурным ростом и развитием вегетативных органов, а также образованием боковых побегов. В этот период растения достигают высоты от 15 до 22 см и диаметра от 19 до 25 см. Генеративный период (g) включает молодые и средневозрастные растения. Цветение начинается в первой декаде августа, а массовое цветение продолжается до середины сентября. В этот период растения достигают высоты до 115 см (Коростылев, 2021).

В результате изучения сезонной динамики роста и развития эрвы шерстистой установлено, что, будучи тропическим видом, ее рекомендуется сеять при минимальных среднесуточных температурах около $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, то есть в поздневесенний период на ЮБК (вторая декада мая – первая декада июня). Для прорастания и перехода в фенологические фазы требуются определенные тепловые ресурсы (табл. 1). В открытом грунте массовые всходы появляются через $17,2 \pm 2,1$ дня при сумме эффективных температур ($> 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) $156,8 \pm 15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Фаза бутонизации начинается в третьей декаде июля, в то время как массовое цветение наблюдается во второй декаде августа, а для этого процесса требуется сумма активных температур, превышающая $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, составляемая в среднем $1867,0 \pm 49,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Массовое плодоношение происходит в первой декаде сентября с необходимой суммой активных температур воздуха равной $2434,0 \pm 47,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вегетационный период короче в условиях открытого грунта и составляет примерно 102 дня. В условиях защищенного грунта все фенологические фазы проявляются с запозданием, а растения имеют меньшую высоту и

продуктивность. Однако вид успешно проходит полный цикл развития в обоих условиях культивирования.

Таблица 1

Эколого-биологическая характеристика *Aerva lanata* Juss. (средние значения за 2019–2023 гг.)

Table 1

Ecological and biological characteristics of *Aerva lanata* Juss. (average values for 2019–2023)

Фенологическая фаза / The phenological phase	Условия культивирования / Cultivation conditions							
	открытый грунт / open ground				защищенный грунт / protected ground			
	календарный период / calendar period	Н, см / H, cm	СЭТ, °C / SET, °C	CAT, °C / SAT, °C	календарный период / calendar period	Н, см / H, cm	СЭТ, °C / SET, °C	CAT, °C / SAT, °C
Всходы / Shoots	III-я декада июня / 3rd decade of June	<1	152	530	II-я декада июня / 2nd decade of June	<1	116	341
Вегетативный рост / Vegetative growth	II-я декада июля / 2nd decade of July	11,5–13,7	309	944	II-я декада июля / 2nd decade of July	5,2–9,0	350	859
Бутонизация / Budding	III-я декада июля / 3rd decade of July	25,3–29,1	466	1353	I-я декада августа / 1st decade of August	18,1–23,3	670	1660
Массовое цветение / Mass flowering	II-я декада августа / 2nd decade of August	56,1–61,3	674	1867	III-я декада августа / 3rd decade of August	36,3–47,7	906	2205
Массовое плодоношение / Mass fruiting	I-я декада сентября / 1st decade of September	75,3–82,5	904	2434	II-я декада сентября / 2nd decade of September	50,0–62,8	1163	2858

Примечание: Н – высота растений, СЭТ – сумма эффективных температур (>15 °C) нарастающим итогом с момента посева, CAT – сумма активных температур (>10 °C) нарастающим итогом с момента посева.

Note: H – plant height, SET – sum of effective temperatures (>15 °C) cumulated since sowing, SAT – sum of active temperatures (>10 °C) cumulated since sowing.

При исследовании биологии цветения выявлено, что эрва шерстистая обладает растянутым периодом цветения – порядка одного–полтора месяцев, при этом развитие цветков идет акропетально. Максимальная интенсивность раскрытия цветков наблюдается в первой половине дня. Цветки обоеполые, с 5 тычинками и верхней завязью, собраны в плотные колосковидные соцветия небольшого размера длиной 0,5–2,1 см и шириной 0,2–0,3 см, причем размеры соцветий значительно варьибельны (длина – 34,79 %, ширина – 22,71 %), что отражает высокую внутривидовую морфологическую изменчивость.

В процессе исследования особенностей плодоношения было установлено, что эрва шерстистая демонстрирует непрерывный процесс репродукции, который сопровождается длительным периодом диссеминации. Плод данного растения представляет собой густоопушенную односемянную коробочку, которая по мере созревания приобретает светло-коричневый цвет, а также удлинённый носик и иногда сохраняющееся двулопастное рыльце. Следует отметить, что семена созревают неравномерно, начиная с нижней части колоска и постепенно поднимаясь к верхней,

что аналогично процессу цветения. Кроме того, было выявлено, что по типу распространения диаспор эрва шерстистая классифицируется как растение-барохор.

При этом отмечен относительно низкий коэффициент семенификации (порядка 38 %). Реальная семенная продуктивность существенно уступает потенциальной (почти в 3 раза), что типично для интродуцентов тропической флоры, и составила $1764,8 \pm 427,1$ семян на генеративный побег (Коростылев, 2021).

При изучении биологических особенностей семян эрвы шерстистой установлено, что они мелкие (длина $0,72 \pm 0,01$ мм, ширина $0,55 \pm 0,01$ мм, толщина $0,40 \pm 0,01$ мм), твердые, блестящие, бобовидной формы и черного цвета; их морфометрическая изменчивость крайне низкая (5–10 %). Выявлено, что длина семени больше его ширины в 1,3 раза, составив всего 0,72 мм. При этом масса тысячи семян составляет порядка десятой доли грамма. Изучение анатомического строения семян эрвы шерстистой демонстрирует их нормальное развитие внутренних структур, что аналогично другим представителям семейства *Amaranthaceae*. В семенах можно наблюдать наличие перисперма, семядолей, корешка зародыша, эндосперма и семенной оболочки. Исследования показали, что полноценные семена в основном имеют черный цвет, однако в зависимости от их расположения в соцветии могут встречаться разнообразные оттенки, варьирующиеся от рыжего до темно-коричневого. Для успешного прорастания семенам требуется температура воздуха выше 20 °С. В условиях лаборатории, при изменяющихся температурах от 20 до 30 °С, всходы появляются на седьмой день, при этом энергия прорастания составляет около десяти процентов, а всхожесть достигает порядка шестидесяти процентов. В процессе онтогенеза основная дифференциация проростка осуществляется вне семени. Семена эрвы шерстистой характеризуются надземным типом прорастания. Согласно классификации И.В. Борисовой, они относятся ко второму типу, подтипу с медленным процессом прорастания, при этом максимальное количество проростков наблюдается в середине данного периода. Установлено, что при хранении семена эрвы шерстистой сохраняют всхожесть выше 50 % на протяжении пяти лет; в интервале от полугода до трех лет наблюдается незначительное увеличение лабораторной всхожести по сравнению со свежесобранными семенами, которые были высажены немедленно, без предварительного хранения. В результате проведенных исследований также было выявлено, что семена эрвы шерстистой имеют неглубокий физиологический покой.

Анализ сроков посева показал, что наиболее благоприятный период для посева семян эрвы шерстистой в открытый грунт ЮБК приходится на промежуток со второй декады мая по первую декаду июня. Поверхностный посев обеспечивает более ранние и дружные всходы по сравнению с заделкой семян. Более ранний посев может привести к замедлению прорастания вследствие кратковременного понижения температуры (Коростылев, 2021).

С целью оценки потенциальной способности вида к вегетативному размножению, было проведено исследование ризогенеза стеблевых черенков эрвы шерстистой при разных способах стимуляции и выборе частей побега, показавшее крайне низкую укореняемость даже при применении стимуляторов. Установлено, что максимальная степень укоренения (12,22 %) отмечена у черенков из основания побегов, обработанных раствором β -индолил-3-масляной кислоты 50 мг/л, а укоренившиеся черенки формировали слаборазвитую корневую систему (до 4,58 корней первого порядка длиной до 2,24 см). Уровень корнеобразования не достигал тридцати процентов, вследствие чего вид отнесен к трудноукореняемым, что существенно осложняет его вегетативное размножение (Коростылев и др., 2026).

Сравнительный анализ биометрии и продуктивности надземной фитомассы эрвы шерстистой выявил существенные различия между условиями культивирования.

Растения в открытом грунте превосходят растения защищенного грунта по всем биометрическим показателям: высота ($83,9 \pm 2,4$ см против $79,6 \pm 7,7$ см), диаметр ($72,4 \pm 3,7$ см против $57,7 \pm 12,0$ см), количество побегов ($15,5 \pm 1,5$ шт. против $8,8 \pm 1,1$ шт.). Следует отметить, что продуктивность растений в открытом грунте значительно превышает таковую в защищенном, составляя $141,8 \pm 14,5$ г/растение по сравнению с $68,3 \pm 14,2$ г/растение в условиях защищенного грунта. Это превышение составляет более чем в два раза. Кроме того, вариабельность продуктивности в открытом грунте ($V = 22,9\%$) значительно ниже, чем в защищенном ($46,4\%$), что свидетельствует о большей стабильности условий роста на открытых участках.

Комплексная оценка внешних, микроскопических и биохимических показателей надземной фитомассы продемонстрировала, что они соответствуют требованиям действующей Государственной Фармакопеи относительно качества сырья, включая показатели влажности и зольности. Содержание флавоноидов в сырье из открытого грунта, пересчитанное на рутин, составляет $1,26\text{--}1,27\%$, что вдвое превышает фармакопейные нормы и вдвое больше, чем в сырье, полученном из защищенного грунта (Коростылев и др., 2025).

В результате изучения сезонной динамики роста и развития ортосифона тычиночного установлено, что, будучи тропическим видом, его рекомендуется высаживать при устойчивых минимальных среднесуточных температурах выше $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$; для наступления массового цветения в открытом грунте в августе требуется значительная сумма тепла – от порядка семи ста единиц эффективного тепла до нескольких тысяч активных градусов – и при этом растения достигают характерной для фазы высоты (табл. 2). В открытом грунте начало вегетативного роста наблюдается спустя $33,8 \pm 2,2$ дня после посадки, активный рост – на $47,6 \pm 2,1$ день при сумме эффективных температур ($>15\text{ }^{\circ}\text{C}$) $356,9 \pm 31,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сумме активных температур ($>10\text{ }^{\circ}\text{C}$) $1071,0 \pm 48,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Фаза бутонизации растений в условиях открытого грунта начинается в третьей декаде июля, в то время как массовое цветение происходит во второй декаде августа, а для этого процесса необходима сумма активных температур, равная $1888,0 \pm 109,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Фаза массового плодоношения, в свою очередь, наблюдается в третьей декаде августа, когда сумма активных температур достигает $2312,0 \pm 61,6\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Период вегетации составляет $126,8 \pm 5,2$ дня. В защищенном грунте все фенологические фазы наступают позднее, а растения достигают большей высоты к моменту цветения. Данный вид успешно завершает полный цикл своего развития как в условиях открытого грунта, так и в защищенном. Однако следует отметить, что процесс формирования семян оказывается крайне ограниченным.

Таблица 2

Эколого-биологическая характеристика *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (средние значения за 2019–2023 гг.)

Table 2

Ecological and biological characteristics of *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (average values for 2019–2023)

Фенологическая фаза / The phenological phase	Условия культивирования / Cultivation conditions							
	открытый грунт / open ground				защищенный грунт / protected ground			
	календарный период / calendar period	Н, см / H, cm	СЭТ, $^{\circ}\text{C}$ / SET, $^{\circ}\text{C}$	CAT, $^{\circ}\text{C}$ / SAT, $^{\circ}\text{C}$	календарный период / calendar period	Н, см / H, cm	СЭТ, $^{\circ}\text{C}$ / SET, $^{\circ}\text{C}$	CAT, $^{\circ}\text{C}$ / SAT, $^{\circ}\text{C}$
Вегетативный рост / Vegetative growth	II-я декада июля / 2nd decade of July	13,4–20,8	357	1071	I-я декада июля / 1st decade of July	16,9–24,3	371	965

Продолжение таблицы 2

Бутонизация / Budding	III-я декада июля / 3rd decade of July	17,5–26,1	552	1565	II-я декада августа / 2nd decade of August	30,7–36,4	807	1968
Массовое цветение / Mass flowering	II-я декада августа / 2nd decade of August	29,8–40,2	697	1888	I-я декада сентября / 1st decade of September	38,6–45,2	1053	2529
Массовое плодоношение / Mass fruiting	III-я декада августа / 3rd decade of August	37,0–49,2	857	2312	II-я декада сентября / 2nd decade of September	42,8–56,1	1162	2845

Примечание: *H* – высота растений, *СЭТ* – сумма эффективных температур ($>15^{\circ}\text{C}$) нарастающим итогом с момента посева, *САТ* – сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) нарастающим итогом с момента посева.

Note: *H* – plant height, *SET* – sum of effective temperatures ($>15^{\circ}\text{C}$) cumulated since sowing, *SAT* – sum of active temperatures ($>10^{\circ}\text{C}$) cumulated since sowing.

При исследовании биологии цветения ортосифона тычиночного было установлено, что данный вид формирует верхушечные кистевидные соцветия, длина которых варьируется от семи до пятнадцати сантиметров. Период цветения одного соцветия составляет приблизительно одну–две недели, в то время как отдельные цветки распускаются на протяжении нескольких дней. Цветки имеют бледно-лиловый или бледно-фиолетовый оттенок и расположены в двух супротивных полумутовках, каждая из которых содержит от двух до четырех цветков, окруженных мелкими жесткими прицветниками. Закладка и развитие цветков происходят акропетально, что означает, что самые молодые бутоны располагаются на верхушке побега. В фазу цветения растение демонстрирует высокую декоративность.

Микроскопический анализ генеративных структур показал, что стенка микроспорангия развивается центробежно и состоит из эпидермиса, эндотеция, среднего слоя и тапетума. Спорогенная ткань представлена в однослойной форме. Зрелая морфологически нормальная пыльца является шестиборозднопоровой и трехклеточной. Однако, следует отметить, что значительная часть пыльцевых зерен оказывается стерильной. Семязачаток анатропный, унигетмальный, медионуцеллятный.

Установлено явление протандрии: мужские и женские гаметы созревают неодновременно. В строении цветка наблюдается геркогамия. Однако по мере цветения в нижней части единичных соцветий могут образовываться плоды, содержащие от 1 до 4 семян, окруженных неоппадающей чашечкой (Шевченко и др., 2022).

Семена *Orthosiphon aristatus* имеют овальную форму и характеризуются крайне низкой морфометрической изменчивостью, которая составляет менее 10 %. Размеры семян также невелики, измеряемые в миллиметрах, с длиной $2,00 \pm 0,04$ мм, шириной $1,40 \pm 0,01$ мм и толщиной $0,97 \pm 0,03$ мм. Зрелые семена обладают окраской в красновато-коричневые или темно-коричневые тона. Из-за асинхронного цветения процесс сбора семян представляет собой значительные трудности. Процесс прорастания семян ортосифона тычиночного занимает приблизительно четырнадцать дней; при этом тип прорастания является надземным, что предполагает, что основная дифференциация проростка происходит вне семени. При контакте с водой семенная оболочка образует защитный слизистый слой и растрескивается, что приводит к высвобождению зародышевого корешка. В условиях открытого грунта на ЮБК полноценное плодоношение происходит крайне редко: большинство завязей опадает до достижения стадии зрелости. Лишь при среднесуточной температуре воздуха около $+25^{\circ}\text{C}$ формируется незначительное количество плодов, что существенно ограничивает возможность размножения данного вида семенами (Коростылев, 2023).

Исследование ризогенеза стеблевых черенков в зависимости от типа побега (1-го и 2-го порядка) и обработки стимуляторами корнеобразования показало высокую способность ортосифона тычиночного к корнеобразованию. Установлено, что *O. aristatus* относится к легкоукореняемым растениям: степень укоренения черенков во всех вариантах превышала 70 % и достигала 95,33 % (побеги 1-го порядка, обработанные раствором β -индолил-3-масляной кислоты 50 мг/л). Статистически значимых различий между вариантами обработки и типами побегов не выявлено, что свидетельствует о высокой ризогенной способности вида независимо от исследуемых факторов. Наибольшие биометрические показатели корневой системы (количество корней 1-го порядка – 10, 50 шт., длина корней – 4,19 см) отмечены у черенков из побегов 1-го порядка, обработанных раствором β -индолил-3-масляной кислоты в концентрации 50 мг/л (Коростылев и др., 2026).

Сравнительный анализ выявил заметные различия между режимами культивирования: растения *O. aristatus* в открытом грунте характеризуются большим количеством побегов ($7,3 \pm 0,6$ шт. против $4,9 \pm 0,2$ шт.) и значительно более высокой продуктивностью надземной фитомассы ($147,3 \pm 25,0$ г/растение против $80,2 \pm 8,5$ г/растение) по сравнению с защищенным грунтом. В защищенном грунте растения достигают большей высоты ($62,3 \pm 3,8$ см против $55,4 \pm 3,2$ см) и диаметра ($78,2 \pm 6,2$ см против $72,0 \pm 5,8$ см).

Комплексный анализ, включающий в себя оценку внешних, микроскопических и хроматографических характеристик, подтвердил соответствие данного сырья фармакопейным стандартам. В частности, содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в расчете на абсолютно сухое сырье во всех исследованных образцах оказалось более 25 % (при установленной норме не менее 22 %), что соответствует требованиям Фармакопеи (Коростылев и др., 2025).

Для установления перспективности культивирования *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* в условиях ЮБК была проведена оценка успешности интродукции этих видов (табл. 3, 4). Эрва шерстистая продемонстрировала возможность культивирования как однолетнего растения в открытом грунте, так и многолетнего в защищенном, при этом сохраняя типичный габитус; она дает обильное семеношение и самосев, тогда как вегетативное размножение слабо, зимостойкость и засухоустойчивость низкие, требует регулярного полива. Биохимические показатели фитомассы соответствуют фармакопейным требованиям, а суммарный балл по всем изучаемым критериям дает основание полагать о перспективности вида, что подтверждается устойчивым существованием в коллекции и высокой степенью адаптации.

Таблица 3

Оценка успешности интродукции *Aerva lanata* Juss. и *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Table 3

Assessment of the success of the introduction of *Aerva lanata* Juss. and *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

№	Показатель / Indicator	Балл / Point					
		1	2	3	1	2	3
		<i>Aerva lanata</i>			<i>Orthosiphon aristatus</i>		
1	Габитус растения / Plant habitus	-	+	-	-	+	-
2	Цветение / Flowering	-	+	-	-	+	-
3	Соответствие жизненной форме / Matching the life form	-	+	-	-	+	-
4	Семеношение / Seed production	-	-	+	-	+	-
5	Способность к самосеву / Self-seeding ability	-	-	+	+	-	-

Продолжение таблицы 3

6	Способность к вегетативному размножению / The ability to vegetatively reproduce	+	-	-	-	-	+
7	Зимостойкость / Winter hardiness	+	-	-	+	-	-
8	Засухоустойчивость / Drought tolerance	+	-	-	+	-	-
Сумма баллов / The amount of points		15			14		
Успешность интродукции, балл / Success of introduction, points		1,9			1,8		

Ортосифон тычиночный был признан перспективным: он демонстрирует успешное развитие при однолетней культуре в открытом грунте, с последующим переносом в защищенный грунт на зимний период, где сохраняет многолетнюю форму.

Таблица 4

Оценка перспективности культивирования *Aerva lanata* Juss. и *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Table 4

Evaluation of the prospects for cultivation of *Aerva lanata* Juss. and *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

№	Показатель / Indicator	Балл / Point					
		1	2	3	1	2	3
		<i>Aerva lanata</i>			<i>Orthosiphon aristatus</i>		
1	Длительность существования вида в коллекции / The duration of the species existence in the collection	-	-	+	-	-	+
2	Устойчивость к вредителям и болезням / Resistance to pests and diseases	-	+	-	-	+	-
3	Биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ / Biochemical assessment based on the content of dominant bioactive substances	-	+	-	-	+	-
4	Сумма баллов / The amount of points	-	+(7)	-	-	+(7)	-
5	Успешность интродукции, балл / Success of introduction, points	-	+(1,9)	-	-	+(1,8)	-

При этом фазовая динамика и цветение данного растения соответствуют природным условиям. Вид характеризуется редким семеношением и отсутствием самосева при высокой отзывчивости к вегетативному размножению, низкой зимостойкостью и слабой засухоустойчивостью, требует регулярных поливов; биохимический состав соответствует фармакопейным требованиям.

Заключение

Таким образом, выявление биологических особенностей *Aerva lanata* позволило установить, что в условиях интродукции на ЮБК растения проходят полный цикл своего развития, способны к размножению и дают полноценные семена, что в свою очередь является высокой степенью адаптации вида. Вид сохраняет свою жизненную форму в условиях защищенного грунта, однако в условиях открытого может культивироваться по однолетнему типу.

Aerva lanata характеризуется растянутым периодом цветения – от 30 до 50 дней, развитие цветков проходит в акропетальном порядке. Установлено, что семена *Aerva*

lanata обладают неглубоким физиологическим покоем. Всхожесть достигает 56–64 %, сохраняется в течение 5 лет. *Aerva lanata* характеризуется непрерывной репродукцией с длительной диссеминацией.

В открытом грунте *Aerva lanata* показывает среднюю продуктивность на уровне $141,8 \pm 14,5$ г/растение, тогда как в защищенном грунте – лишь $68,3 \pm 14,2$ г/растение.

В результате комплексной оценки внешних, микроскопических и биохимических характеристик надземной фитомассы эрвы шерстистой было подтверждено соответствие требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации к сырью.

Особенности роста и развития *Orthosiphon aristatus* показали, что вид с успехом может культивироваться в условиях ЮБК по однолетнему типу в открытом грунте с последующим переносом растений в теплицу на зимний период, при переходе среднесуточных температур через отметку ниже $+10$ °C. Защищенный грунт позволяет сохранять жизненную форму *O. aristatus* – многолетнего полукустарника.

В среднем продолжительность цветения одного растения *O. aristatus* составляет 25–40 дней. В условиях ЮБК полноценные плоды завязываются чрезвычайно редко и до созревания опадают. В строении цветка *O. aristatus* наблюдается явление геркогамии, а также неодновременное созревание мужских и женских гамет. Незначительное количество семян может формироваться при среднесуточной температуре воздуха $+25$ °C.

Продуктивность надземной фитомассы *Orthosiphon aristatus* в условиях открытого и защищенного грунта в среднем за период исследований: в открытом грунте средний показатель составляет $147,3 \pm 25,0$ г/растение, тогда как в защищенном грунте – всего $80,2 \pm 8,5$ г/растение. Однако при этом, в обоих случаях признак имел высокую степень вариации. В результате комплексной оценки внешних, микроскопических и биохимических характеристик надземной фитомассы ортосифона тычиночного было подтверждено соответствие требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации к сырью.

Оптимальными условиями для роста и развития *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* является температура воздуха выше 20 °C с использованием обязательного искусственного орошения. При температуре воздуха ниже 20 °C развитие растений замедляется, при температуре ниже 15 °C – приостанавливается, а при температуре ниже 5 °C наблюдается гибель растений. Основными способами размножения являются: для *Aerva lanata* – семенной, для *Orthosiphon aristatus* – вегетативный.

Результаты исследований морфолого-биологических особенностей *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* показывают перспективность культивирования этих видов как лекарственных растений в условиях ЮБК и могут служить практической основой при разработке научно обоснованных рекомендаций по выращиванию видов в культуре.

Благодарности /Acknowledgements

Выражаем особую благодарность доктору биологических наук, профессору С.В. Шевченко и ее команде за плодотворное сотрудничество и ценные консультации в сфере репродуктивной биологии, доктору фармацевтических наук, профессору Д.А. Коновалову и его коллективу за совместную работу и профессиональные рекомендации в области биохимических исследований.

Литература / References

- Гаммерман А.Ф. Курс фармакогнозии. Ленинград: Медгиз, 1960. 640 с.
[Gamerman A.F. Course of Pharmacognosy. Leningrad: Medgiz, 1960. 640 p.]
- 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.
[Kozko A.A., Tsitsilin A.N. Prospects and problems of revival of medicinal crop production in Russia // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2018. 146:18–25. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.03 (In Russian)]
- Коростылев А.А. Возрастные периоды онтогенеза *Aerva lanata* Juss. в условиях Южного берега Крыма // Ароматические и лекарственные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека. Тезисы международной научно-практической конференции. Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН. Симферополь, 2021. С. 16.
[Korostylev A.A. Age periods of ontogenesis of *Aerva lanata* Juss. in the conditions of the Southern coast of Crimea // Aromatic and medicinal plants: introduction, selection, agricultural techniques, biologically active substances, and human impact. Abstracts of the international scientific and practical conference. Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Simferopol, 2021. P. 16. (In Russian)]
- 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.
[Korostylev A.A. Morphological features of fruits, seeds, and seedlings of *Aerva lanata* (L.) Juss. under conditions of introduction to the Southern coast of Crimea // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. 2021. 140:111–119. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-111-119 (In Russian)]
- Коростылев А.А. Морфолого-биологические особенности семян *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. при интродукции на Южный берег Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2023. № 147. С. 56–62. DOI: 10.25684/0513-1634-2023-147-56-62.
[Korostylev A.A. Morphological and biological features of *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. seeds during introduction to the Southern coast of Crimea // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. 2023. 147:56–62. DOI: 10.25684/0513-1634-2023-147-56-62 (In Russian)]
- 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. DOI: 10.32417/1997-4868-2026-26-02-237-246.
[Korostylev A.A., Logvinenko L.A., Shevchuk O.M., Divakov A.P. Application of a root formation stimulant and some features of the rhizogenesis of stem cuttings of *Aerva lanata* and *Orthosiphon aristatus* during vegetative propagation // Agrarian Bulletin of the Urals. 2026. 26(02):237–246. DOI: 10.32417/1997-4868-2026-26-02-237-246 (In Russian)]
- Коростылев А.А., Шевчук О.М., Коновалов Д.А., Логвиненко Л.А. Морфо-анатомические и биохимические показатели качества лекарственного сырья *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., культивируемого в условиях интродукции на Южном берегу Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2025. № 154. С. 122–131.

[Korostylev A.A., Shevchuk O.M., Konovalov D.A., Logvinenko L.A. Morpho-anatomical and biochemical indicators of the quality of medicinal raw materials *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., cultivated under the conditions of introduction on the Southern coast of Crimea // Bulletin of the State Nikitsky Botanical Gardens. 2025. 154:122–131 (In Russian)]

Куркина А.В., Осипова А.А. Новые подходы к стандартизации сырья эрвы шерстистой // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 117–121.

[Kurkina A.V., Osipova A.A. New approaches to the standardization of woolly erva raw materials // Chemistry of Plant Raw Materials. 2010. 2:117–121 (In Russian)]

Машанов В.И., Даниленко Б.В., Лысякова Н.Ю., Эмираджиев И.А. Биоморфологические особенности эрвы шерстистой, интродуцированной Никитским ботаническим садом // Четверта міжнародна конференція з медичної ботаніки: тези доповідей. Київ, 1997. С. 222–224.

[Mashanov V.I., Danilenko B.V., Lysyakova N.Yu., Emiradzhiev I.A. Biomorphological features of woolly erva, introduced by the Nikitsky Botanical Garden // Fourth International Conference on Medical Botany: Abstracts of Papers. Kiev, 1997. P. 222–224 (In Russian)]

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.

[Poloz T.P., Sokolov N.N., Vasilev 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 Russian)]

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.

[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 Russian)]

Шевчук О.М., Исигов В.П., Логвиненко Л.А. Методологические и методические аспекты интродукции и селекции ароматических и лекарственных растений. Симферополь: Ариал, 2022. 140 с.

[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 Russian)]

Adepu A.A, Narala S., Ganji A., Chilvalvar S. Review on natural plant: *Aerva lanata* // International Journal of Pharmaceutical Sciences. 2013. Vol. 3. P. 398–402.

Arafat O.M., Tham S.Y., Sadikun A., Zhari I., Haughton P.J., Asmawi M.Z. Studies on diuretic and hypouricemic effects of *Orthosiphon stamineus* methanol extracts in rats // Journal of Ethnopharmacology. 2008. Vol. 118. P. 354–360. DOI: 10.1016/j.jep.2008.04.015.

Edwards R. No remedy in sight for herbal ransack // New Scientist. 2004. Vol. 181 (6). P. 10–11.

Goyal M., Pareek A., Nagori B.P., Sasmal D. *Aerva lanata*: A review on phytochemistry and pharmacological aspects // Pharmacognosy Reviews. 2011. Vol. 5. № 10. P. 195–198.

Ragavendran P., Sophia D., Raj C.A., Starlin T., Gopalakrishnan V.K. Phytochemical screening and antioxidant activity of *Aerva lanata* (L)-An in-vitro study // Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. 2012. Vol. 5. P. 77–81.

Rajendran S.M., Chandrasekar K., Sundaresan V. Ethanomedicinal lore of Seithur hills-Southern Western Ghats, Tamil Nadu // Ethnobotany. 2001. Vol. 13. № 3. P. 101–109.

Raskin I., Ripoll C. Can an apple a day keep the doctor away? // Current Pharmaceutical Research. 2004. Vol. 10. № 6. P. 3419–3429. DOI: 10.2174/1381612043383070.

Schmidt B., Ribnicky DM., Poulev A., Logendra S., Cefalu WT., Raskin I. A natural history of botanical therapeutics // Metabolism. 2008. Vol. 57. P. 3–9. DOI: 10.1016/j.metabol.2008.03.001.

Vines G. Herbal harvests with a future: towards sustainable sources with medicinal plants // Plantlife International. 2004. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/47753721/herbal-harvests-with-a-future-plantlife/5> (дата обращения: 30.01.2026).

Zapsochnaya G.G., Pervykh L.N., Kurkin V.A. A study of the herb *Aerva lanata* III alkaloids // Chemistry of Natural compounds. 1991. Vol. 27. № 3. P. 336–340.

Статья поступила в редакцию 12.02.2026 г.

Korostylev A.A. Results of the introductory study of *Aerva lanata* Juss. and *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. on the Southern coast of Crimea // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2026. № 1 (178). P. 59-74

The article presents the results of a comprehensive introduction study of two tropical medicinal species – *Aerva lanata* Juss. and *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., which were cultivated in the dry subtropical climate zone of the Southern Coast of Crimea in open and protected ground during the period of 2019–2023. The relevance of this work is due to the need to import-substitute medicinal plant raw materials and introduce valuable species included in the State Pharmacopoeia of the Russian Federation into industrial cultivation. During the research, the ontogenetic cycles, seasonal dynamics of growth and development, flowering and fruiting characteristics, seed productivity, and seed quality were studied for the first time in the region. It has been established that *A. lanata* completes its full development cycle in open ground as an annual plant, forms full-fledged seeds with a germination rate of 56–64 % that lasts for five years, and has a productivity of 141.8 g/plant, with a content of flavonoids in the raw material that is twice as high as the pharmacopoeial requirements. It has been revealed that *O. aristatus* is successfully cultivated in the open ground as an annual with subsequent overexposure of queen cells in a greenhouse, it is easily propagated by cuttings (rootability 86–95 %), however, the setting of full-fledged seeds is limited due to disorders in the development of generative structures and pollen sterility. The productivity of raw materials in the open ground is 147.3 g/plant, and the content of extractives exceeds 25 %. Based on the research results, an introduction assessment was conducted, which confirmed the prospects of cultivating both species in the conditions of the Southern coast of Crimea in order to obtain high-quality medicinal raw materials as part of the import substitution strategy.

Key words: *Aerva lanata*; *Orthosiphon aristatus*; introduction; medicinal plants; the Southern coast of Crimea; seed productivity; vegetative propagation; raw material quality; import substitution