

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НИКИТСКИЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД – НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

На правах рукописи



КОРОСТЫЛЕВ АНДРЕЙ АНДРЕЕВИЧ

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *AERVA LANATA* JUSS. И
ORTHOSIPHON ARISTATUS (BLUME) MIQ. НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА
И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ**

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры
(биологические науки)

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
Шевчук Оксана Михайловна

Ялта – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ <i>AERVA LANATA</i> JUSS. И <i>ORTHOSIPHON ARISTATUS</i> (BLUME) MIQ. (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	13
1.1 Ареал и систематическое положение.....	13
1.2 Ботаническое описание	18
1.3 Фитохимическая характеристика и применение	22
1.4 Опыт интродукционного изучения	31
Глава 2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	34
2.1 Объекты, методы и методика проведения исследований	34
2.2 Природно-климатические условия района исследований	48
Глава 3 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ <i>AERVA LANATA</i> JUSS. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ	62
3.1 Описание жизненного цикла.....	62
3.2 Сезонная динамика роста и развития.....	73
3.3 Особенности цветения и плодоношения	79
3.4 Биология семян в контексте генеративного размножения	89
3.5 Особенности вегетативного размножения	109
3.6 Продуктивность и качество надземной фитомассы	119
Глава 4 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ <i>ORTHOSIPHON ARISTATUS</i> (BLUME) MIQ. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ.....	132
4.1 Сезонная динамика роста и развития.....	132
4.2 Особенности цветения и плодоношения	138
4.3 Биология семян в контексте генеративного размножения	146
4.4 Особенности вегетативного размножения	151
4.5 Продуктивность и качество надземной фитомассы	159

Глава 5 ИНТРОДУКЦИОННАЯ ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ <i>AERVA LANATA</i> JUSS. И <i>ORTHOSIPHON ARISTATUS</i> (BLUME) MIQ. В КУЛЬТУРЕ.....	173
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	181
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	189
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	190
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	212
Приложение А Фенологические наблюдения	213
Приложение Б Особенности семенного и вегетативного размножения	217
Приложение В Продуктивность и качество надземной фитомассы.....	220
Приложение Г Акт о внедрении результатов исследований	224

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. 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 and Ripoll, 2004).

По данным ВОЗ, 80% населения развитых стран используют растительные препараты для лечения заболеваний (Vines, 2004). В Великобритании и других странах потребление фитотерапевтических средств неуклонно растет (Canter et al., 2005). Это объясняется их мягким воздействием, снижением риска побочных эффектов и комплексным влиянием на патогенез благодаря многокомпонентному составу (Aderu 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. Развитие этой сферы имеет стратегическое значение для внутреннего рынка и укрепления позиций России как экспортера (Полоз и др., 2000).

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 (План мероприятий..., 2018).

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 Никитский ботанический сад (НБС), который с момента основания занимается интродукцией полезных растений. НБС располагает коллекцией из 108 лекарственных видов, включая 18 тропических и субтропических, среди которых особое значение имеют *Aerva lanata* Juss. (эрва шерстистая или пол-пала) и *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (ортосифон тычиночный). Эти виды включены в Государственную Фармакопею РФ и используются в традиционной и современной медицине (Коростылев, Логвиненко, 2023).

Их культивирование в России может снизить зависимость от импорта и укрепить лекарственную безопасность страны. Особенно актуально это в контексте лечения мочекаменной болезни, распространенность которой растет (Коростылев и др., 2019). Фитотерапевтические препараты, такие как на основе эрвы и ортосифона, демонстрируют высокую эффективность и безопасность в профилактике и лечении уrolитиаза, что делает их перспективными для дальнейшего изучения и внедрения в клиническую практику.

Aerva lanata – травянистое растение семейства Amaranthaceae, произрастающее в тропических регионах (Индия, Африка, Шри-Ланка, Филиппины). Оно широко используется в традиционной медицине, включая Аюрведу и китайскую медицину. Лекарственным сырьем служит надземная часть растения, обладающая противовоспалительными, диуретическими, антисептическими и антиоксидантными свойствами (Kumar et al., 2005; Ragavendra et al., 2012).

Препараты эрвы шерстистой применяются для лечения воспалений мочеполовой системы, язв желудка, полипов кишечника и мочекаменной болезни, способствуя растворению оксалатных камней (Soundararajan et al., 2006). Растение также проявляет антидиабетическую, иммуномодулирующую, противоопухолевую и гепатопротекторную активность (Goyal et al., 2011).

Aerva lanata включена в Государственную фармакопею РФ, где регламентированы стандарты заготовки сырья (влажность не более 12%) для сохранения биологически активных компонентов (ФС.2.5.0054.15, 2015). Это подчеркивает ее значимость в современной медицине и фитотерапии.

Orthosiphon aristatus, известный как «яванский чай», относится к семейству Lamiales и распространен в тропической Азии и Австралии. Это многолетнее травянистое растение высотой 40–80 см с четырехгранным стеблем и яйцевидно-ромбовидными листьями (Keng, 1978). 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 году данный вид был включено в голландскую фармакопею, а позже – во французскую.

В Индонезии «яванский чай» применяется для лечения ревматизма, диабета, гипертонии, почечных патологий, лихорадки и других заболеваний (Isnandar, 2005; Arisandi et al., 2006). Благодаря диуретическому и нефропротекторному действию, ортосифон также называют «почечным чаем» (Nikolaev et al., 1996). Его лечебные свойства обусловлены наличием горького гликозида ортосифонина, который проявляет противоопухолевую, гипогликемическую,

антигипертензивную, мочегонную и гепатопротекторную активность (Masuda et al., 1992; Maheswari et al., 2008). Также выделены дитерпеноиды неоортосифолы А и В, влияющие на сократительную активность сосудов (Ohashi et al., 2000).

Orthosiphon aristatus встречается редко, что подчеркивает важность его культивирования для сохранения вида (Rajendran et al., 2001). В России эрва шерстистая и ортосифон тычиночный пока не введены в промышленную культуру, хотя успешно выращиваются в Краснодарском крае, Самарской области и Грузии. Исследования в экологически чистых зонах сухих субтропиков помогут изучить биологические и продуктивные характеристики этих растений, что важно для их внедрения в культуру. Это позволит расширить ассортимент лекарственного сырья, снизить зависимость от импорта и сохранить природные популяции.

Степень разработанности темы. Первые попытки интродукции *Aerva lanata* в СССР были осуществлены в 1977 году в Грузинской ССР (Куркина, Осипова, 2010). Эти мероприятия создают основу для дальнейшего изучения потенциала вида как сельскохозяйственной культуры. В дальнейшем, профессор Гертруда Григорьевна Запесочная и ее коллеги выявили основные биологически активные соединения данного вида, включая флавоноиды, гликозиды и алкалоиды (Zapesochnaya et al., 1992; Первых и др., 1992). Исследования Василия Ивановича Машанова и его коллег на Крымском полуострове подтвердили способность *Aerva lanata* завершать полный цикл развития, включая созревание семян, в различных почвенно-климатических условиях (Машанов и др., 1997). Это обстоятельство подчеркивает перспективность данного вида для промышленного выращивания (Решетнева, Стукан, 1998). Кроме того, исследования фитохимического профиля *Aerva lanata*, проведенные с использованием метода тонкослойной хроматографии, продемонстрировали идентичность экстрактов травы, выращенной в Крыму и с Цейлона, включая флавоноиды и гликозиды (Даниленко, 1997).

Интродукция *Orthosiphon aristatus* на территории СССР началась в 1939 году, когда он был завезен в районы влажных субтропиков Грузинской

СССР (Молодожников, 1943). С 1953 по 1955 годы в Советском Союзе были предприняты значительные шаги для организации промышленного культивирования этого растения, 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, при том, что оба вида включены в Государственную фармакопею Российской Федерации и являются официальными.

Работа выполнена в рамках госзадания: «Выделить высокопродуктивные формы эфиромасличных и лекарственных растений для селекции на продуктивность, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам в целях получения качественного сырья для фармацевтической, косметической и пищевой промышленности с дальнейшей его стандартизацией в рамках импортозамещения» (0829-2019-0039), «Создание сортов эфиромасличных и лекарственных растений, содержащих значимые для здоровья человека биологически активные вещества, разработка на их основе и испытание средств для улучшения качества жизни человека» (FNNS-2022-0006) и «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).

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.

Задачи исследований:

1. Изучить особенности роста и развития *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* в условиях открытого и защищенного грунта.
2. Исследовать биологию цветения и плодоношения изучаемых видов.
3. Описать особенности семенного и вегетативного размножения.

4. Определить продуктивность и качество надземной фитомассы.

5. Провести оценку успешности интродукции и определить перспективы культивирования изучаемых видов для получения лекарственного сырья.

Научная новизна. В результате изучения биологических особенностей *Aerva lanata* установлены основные возрастные периоды в цикле развития растений. Изучены особенности прохождения основных фенологических фаз развития *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus*, включая сроки и характер их цветения и плодоношения, в условиях интродукции в открытом и защищенном грунте. Определены параметры и вариабельность морфологических признаков вегетативных и генеративных органов растений.

Изучены особенности семенного и вегетативного размножения данных видов. Установлены оптимальные сроки и способы посева семян, а также способ укоренения черенков, обеспечивающие высокую всхожесть и приживаемость растений.

Выявлены особенности формирования надземной фитомассы в условиях интродукции и определено ее качество как лекарственного сырья в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Российской Федерации.

Доказана успешность интродукции и определена перспективность культивирования растений влажных тропиков – *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* – в открытом грунте как в зоне сухих субтропиков средиземноморского типа на Южном берегу Крыма, так и в Степном Крыму.

Теоретическая и практическая значимость работы. Работа вносит вклад в теорию интродукции растений, предоставляя ценные данные о степени и механизмах адаптации тропических видов к новым для них условиям сухих субтропиков Южного берега Крыма. Проведена комплексная оценка биологических и хозяйственно ценных признаков *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus*. Выявлены показатели ритмов роста и развития видов, а также морфологические особенности вегетативных и генеративных структур. Разработаны и обоснованы предложения по эффективному размножению данных видов.

Работа дает теоретическую оценку перспективности культивирования растений влажных тропиков в зоне климата средиземноморского типа, что является важным вкладом в региональную ботанику. На основании результатов исследований разработаны конкретные агротехнические рекомендации по эффективному размножению и культивированию *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* в открытом и защищенном грунте. Внедрение этих разработок будет способствовать расширению ассортимента лекарственных растений, возделываемых в регионе, в рамках импортозамещения. Кроме того, промышленное культивирование снижает нагрузку на природные популяции этих растений в местах их естественного произрастания, способствуя их сохранению.

Стоит отметить, что проведенная работа является логическим продолжением предыдущих исследований в данном направлении и вносит существенный вклад в развитие отечественной науки и практики. Полученные результаты могут быть использованы не только в Крыму, но и в других регионах с благоприятными климатическими условиями для культивирования тропических и субтропических лекарственных растений.

Методология и методы исследований. Полевые и лабораторные исследования проводились с использованием комплекса классических и современных методов интродукционного и биохимического изучения ароматических и лекарственных растений. Результаты исследований подвергались анализу методом математической статистики в программе Microsoft Excel с учетом общепринятых методик.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Биоморфологические и фитохимические особенности тропических растений (*Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus*) в условиях интродукции на Южном берегу Крыма в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа;
2. Семенное и вегетативное размножение видов в условиях интродукции;
3. Оценка успешности интродукции и перспективы культивирования *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* в условиях Южного берега Крыма.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Достоверность результатов многолетних исследований подтверждена методами математической статистики. Обработка данных выполнялась с учетом доверительной вероятности $P=0,95$, что соответствует общепринятому в биологических исследованиях уровню значимости. Основные результаты исследований были доложены на II Международной научной конференции «Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства» (Москва, 2019); юбилейной международной научной конференции «90 лет - от растения до лекарственного препарата: достижения и перспективы» (Москва, 2021); Международной научно-практической конференции «Ароматические и лекарственные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека» (Ялта, 2021); Международной научно-исследовательской конференции по продовольственной безопасности и сельскому хозяйству (Ялта, 2021); Всероссийской научно-практической конференции «Тропические и субтропические растения открытого и защищенного грунта» (Ялта, 2022); Международной научно-практической конференции «Ароматические, лекарственные и овощные растения: интродукция, селекция, агротехника, биологически активные вещества, влияние на человека» (Ялта, 2023); Всероссийской научной конференции «Биотехнология выращивания лекарственных и эфиромасличных культур» (Санкт-Петербург, Пушкин, 2023).

Публикации. Основные положения и результаты диссертации отражены в 11 работах, в том числе 2 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ по специальности 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (биологические науки), 1 в журнале, входящем в международные базы данных (Scopus), 2 в иных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 в иных научных журналах и 5 в материалах международных конференций.

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 224 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения,

практических рекомендаций, списка использованной литературы и 5 приложений. Работа содержит 27 таблиц и 43 рисунка. Список литературы включает 211 источник, в том числе 156 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю, доктору биологических наук Оксане Михайловне Шевчук, научному сотруднику Лидии Алексеевне Логвиненко и коллективу лаборатории ароматических и лекарственных растений за всестороннюю поддержку и ценные советы при подготовке диссертационной работы. Отдельная благодарность доктору биологических наук, профессору С.В. Шевченко и ее коллегам за совместную работу и консультирование в области репродуктивной биологии, а также доктору фармацевтических наук, профессору Д.И. Коновалову и его коллективу за совместную работу и консультирование в области биохимических исследований. Благодарю всех неравнодушных сотрудников Никитского ботанического сада и ученых других организаций за моральную поддержку.

Глава 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ *AERVA* *LANATA* JUSS. И *ORTHOSIPHON ARISTATUS* (BLUME) MIQ. (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Отдел Цветковые растения (Magnoliophyta), или Покрытосеменные (Angiospermae), занимает ключевое место в жизни человека. Он включает огромное разнообразие растений, обеспечивающих продовольствие, сырье и лекарства. К Покрытосеменным относятся важнейшие пищевые и кормовые культуры, такие как злаки, бобовые, овощи, фрукты и ягоды, а также масличные растения (подсолнечник, соя, рапс), служащие источником растительных жиров.

Magnoliophyta также включает эфиромасличные и декоративные растения, широко используемые в парфюмерии, медицине и ландшафтном дизайне. Многие виды этого отдела являются источником лекарственного сырья, применяемого в народной и традиционной медицине, а также для синтеза лекарств. Их изучение и сохранение – важнейшая задача биологической науки.

1.1 Ареал и систематическое положение

Aerva lanata относится к порядку Caryophyllales, который согласно системе APG IV занимает важное место в классификации покрытосеменных, объединяя 38 семейств, 749 родов и около 11 600 видов (The Angiosperm Phylogeny Group, 2016). Это отражает значительное морфологическое и биологическое разнообразие. В отличие от классификации Тахтаджяна (1997), где Caryophyllales трактовался уже, в системе APG IV он охватывает более широкий круг таксонов, сопоставимый с подклассом Caryophyllidae (Родина, Олейник, 2018).

Система Кронквиста (1981) включала в Caryophyllales 12 семейств, среди которых выделялись Амарантовые (Amaranthaceae). Это семейство, распространенное в тропиках и субтропиках Африки и Америки, включает светолюбивые травянистые однолетники, реже многолетники, кустарники и

уникальные формы, такие как стеблевой суккулент *Arthraerva leubnitziae* из пустыни Намиб.

Согласно APG II, Амарантовые делятся на пять подсемейств: Amaranthoideae, Chenopodioideae, Gomphrenoideae, Salicornioideae и Salsoloideae. В других системах, например Кронквиста, Chenopodioideae рассматривается как отдельное семейство Маревые (Chenopodiaceae), что подчеркивает дискуссионность систематики группы.

По данным The Plant List, семейство Amaranthaceae включает 178 родов и 2052 общепринятых вида, что свидетельствует о его значительном таксономическом разнообразии.

Согласно данным The Plant List, род *Aerva* включает 99 научных названий видов, из которых лишь 20 признаны валидными, что отражает масштабную работу по ревизии таксономических границ. Также зафиксировано 24 инфраспецифических названия, свидетельствующих о внутривидовой изменчивости.

Согласно классификации The World Flora Online (<http://www.worldfloraonline.org>):

Angiosperms

Caryophyllales Juss. ex Bercht. & J. Presl

Amaranthaceae Juss.

Aerva Forssk.

Aerva lanata (L.) Juss.

Aerva объединяет разнообразные жизненные формы: травянистые растения, полукустарники, распространенные в тропиках и субтропиках Африки и Азии. В Индии встречаются три вида: *Aerva lanata*, *Aerva tomentosa* и *Aerva sanguinolenta*, используемые в народной медицине (Chopra et al., 1956). Наиболее известен *Aerva lanata*, широко распространенный в тропической Индии как сорняк (Guha Bakshi, 1984; Guha Bakshi et al., 1999). Природный ареал вида наглядно представлен на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Ареал вида *Aerva lanata* Juss. (Plants of the World Online, 2023)

Aerva lanata – это прямостоячее или стелющееся травянистое растение, которое обычно встречается на заброшенных землях и пустырях в наиболее жарких частях Индии (David, 1963). Ареал вида простирается практически по всей Индийской равнине, вплоть до высот около 3000 метров над уровнем моря. Особенно широко *Aerva lanata* распространен в таких штатах, как Пенджаб, Уттар-Прадеш, Тамилнад, Андхра-Прадеш и Карнатака. Ареал вида охватывает не только Индийский субконтинент, но и прилегающие регионы, такие как Аравийский полуостров, Тропическая Африка, остров Шри-Ланка, Филиппинские острова и остров Ява.

Семейство Амарантовые, включая род *Aerva*, представляет научный интерес благодаря своему разнообразию, экологической пластичности и практическому применению. Изучение этой группы вносит вклад в понимание эволюции покрытосеменных и открывает перспективы для их использования в медицине, сельском хозяйстве и других сферах.

Orthosiphon aristatus относится к порядку Lamiales (Ясноткоцветные), который занимает важное место в классификации цветковых растений согласно системе Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003). Он входит в группу эвастериды I, что отражает его филогенетические связи с другими таксонами.

Lamiales включает от трех до семи семейств, объединяющих более 300 родов и 5500–9000 видов, что делает его одной из самых разнообразных групп цветковых растений. Наиболее значимыми семействами являются Витексовые (Vitaceae), Вербеновые (Verbenaceae) и Губоцветные (Lamiaceae), которые объединяют большинство видов и родов порядка. Остальные семейства значительно меньше, насчитывая от 1 до 35 видов.

Lamiaceae (Губоцветные) – крупнейшее семейство порядка, включающее 200–275 родов и 3500–8000 видов. Оно широко распространено по всему миру, особенно в регионах с умеренным климатом, таких как Средиземноморье и Ирано-Туранская область, где благоприятные условия способствовали их активной диверсификации. Внутри семейства выделяют от 2 до 11 подсемейств на основе морфологических, эмбриологических и биохимических признаков (Черник и др., 2010). Губоцветные демонстрируют близость к семейству Вербеновые, что указывает на их филогенетическое родство.

Губоцветные включают разнообразные жизненные формы: травы, кустарники, полукустарники, лианы и даже небольшие деревья. Некоторые виды родов, таких как *Leucosceptrum* и *Hyptis*, достигают древовидных размеров, а другие, например *Coleus*, проявляют суккулентность. Большинство представителей семейства – травянистые растения, адаптированные к засушливым условиям, что делает их важным компонентом флоры аридных регионов. Семейство насчитывает около 245 родов и 7886 признанных видов, с высокой внутривидовой дифференциацией, что подчеркивает его морфологическое и экологическое разнообразие.

Род *Orthosiphon*, входящий в семейство Lamiaceae, включает 40 валидных видов из 131 зарегистрированного в «The Plant List», а также 17 инфраспецифических таксонов (База «Plant List»). Название рода происходит от греческих слов «orthos» (прямой) и «siphon» (трубка), что отражает характерную форму трубчатого венчика цветков, являющуюся ключевым диагностическим признаком (Keng and Song, 2006).

Область распространения рода *Orthosiphon* охватывает территории Старого Света, а именно тропическую и субтропическую Азию, включая Южную Африку и остров Мадагаскар (рисунок 1.2).

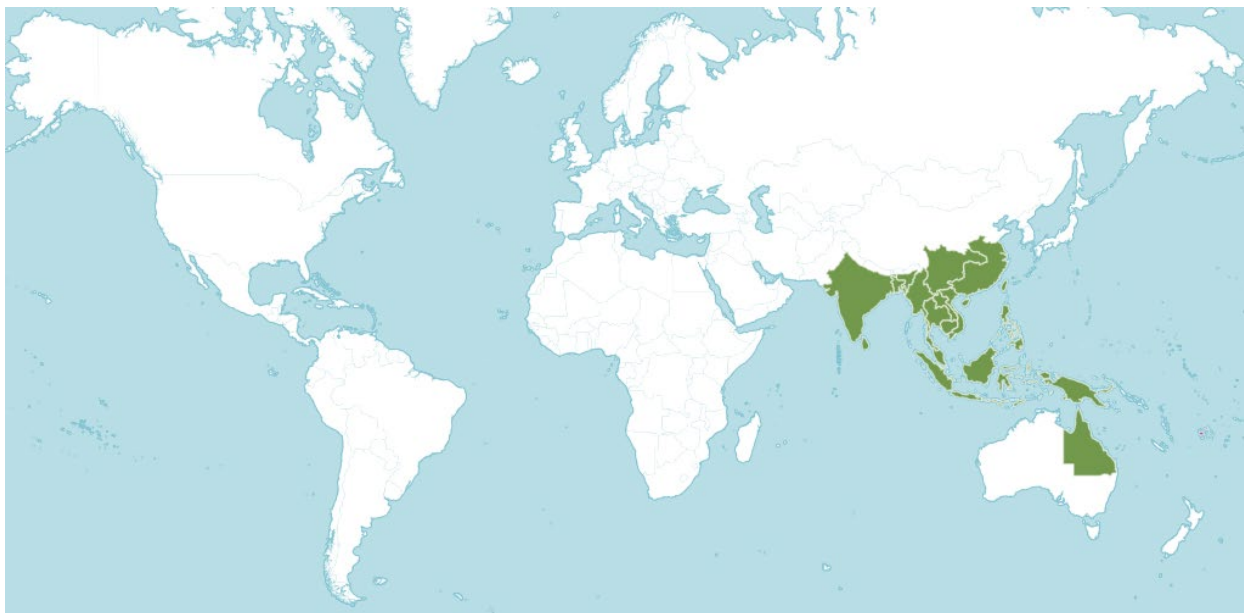


Рисунок 1.2 – Ареал вида *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (Plants of the World Online, 2023)

Таким образом, род *Orthosiphon* представлен в основном в регионах с теплым, влажным климатом. Представители этого рода обычно встречаются на лугах, в лесных массивах, а также на опушках и окраинах лесов. Они характерны для открытых, хорошо освещаемых местообитаний, приуроченных к тропическим и субтропическим ландшафтам Старого Света (Sadashiva et al., 2013). Согласно информации, представленной в литературных источниках, научное название *Orthosiphon stamineus* имеет ряд синонимичных обозначений. Согласно данным Anon (2001), помимо основного названия, данный вид также известен под такими синонимами, как *Orthosiphon aristatus*, *Orthosiphon grandiflorum* и *Orthosiphon spicatus*.

Согласно классификации The World Flora Online
(<http://www.worldfloraonline.org>):

Angiosperms

Lamiales Bromhead

Lamiaceae Martinov

Orthosiphon Benth.

Orthosiphon aristatus (Blume) Miq.

Многие виды рода, особенно *Orthosiphon aristatus*, имеют важное значение в традиционной медицине, применяясь для лечения диабета, мочекаменной болезни и гипертонии. *Orthosiphon aristatus* имеет долгую историю использования в медицинских целях, особенно в странах Юго-Восточной Азии, таких как Индонезия и Малайзия. Этот вид был первоначально зарегистрирован как средство для лечения диабета, мочекаменной болезни и гипертонии (Matsubara et al., 1999; Ohashi et al., 2000; Masuda et al., 1992; Shibuya, 1999). Современные исследования подтверждают наличие биологически активных соединений, представляющих интерес для фармакологии (Sundarammal et al., 2012).

1.2 Ботаническое описание

Aerva lanata имеет прямостоячий или распростертый габитус, достигая высоты до 80 см, и является двудомным видом. Корневая система представлена цилиндрическим стержневым корнем (7–20 см длиной, 2–8 мм толщиной) с боковыми ответвлениями, обладающими камфорным ароматом. Окраска корня варьирует от желтовато-коричневой снаружи до беловатой внутри (Nagaratna et al., 2014).

Надземная часть разветвлена, с побегами, покрытыми густым опушением из гладких волосков, что снижает потерю влаги (Alwadie, 2005; Goyal et al., 2011). Листья простые, очередные, с эллиптической (до округлой) формой, нижняя сторона покрыта белыми хлопковидными волосками (Nagaratna et al., 2014). Эти особенности наглядно демонстрирует рисунок 1.3.

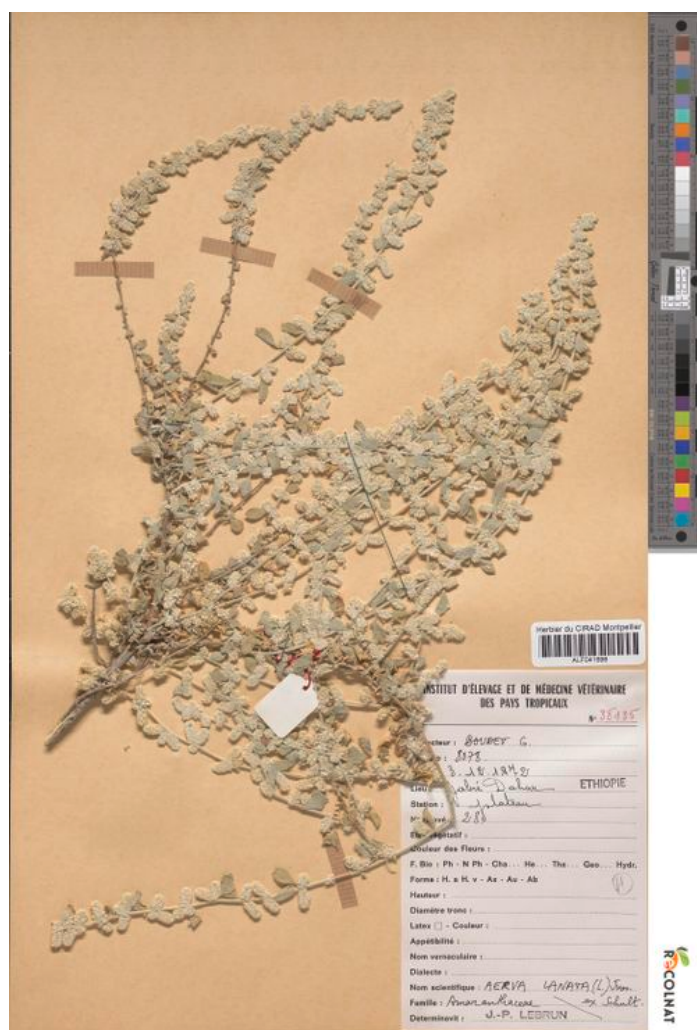


Рисунок 1.3 – Гербарный образец *Aerva lanata* Juss. (Bazan, 2021)

Соцветия – пазушные головки или колоски с обоеполыми цветками (Ranjan, Deokule, 2013). Цветки мелкие, сидячие, с зеленовато-белыми лепестками, покрытыми шипиками (Aderu et al., 2013). Плоды – яйцевидные семянки черного цвета.

Анатомически листья имеют аномоцитарный тип устьиц и 6–7 конечных ответвлений жилок. В клетках мезофилла обнаружены бородавчатые трихомы, кристаллы оксалата кальция (сферафиды и ромбовидные) и зерна крахмала (Mammen et al., 2012). Эпидермис листа состоит из изодиаметрических клеток с прямолинейными стенками (Iztelevuovna et al., 2014).

Волосистой покров листа *Aerva lanata* представлен многоклеточными коническими трихомами, а устьичный аппарат имеет смешанный тип (аномоцитарный и гемипаразитарный), причем устьица погружены в

эпидермис (Alwadie, 2005). Мезофилл листа дорсивентральный, с палисадной и губчатой паренхимой, содержащей хлоропласты, что указывает на активный фотосинтез. Проводящая система включает 8–10 радиально расположенных сосудов, обеспечивающих эффективный транспорт веществ.

Эпидермис стебля состоит из толстостенных клеток, под которыми расположен слой колленхимы, придающий механическую прочность (Iztelevovna et al., 2014). В коре стебля присутствуют перициклические волокна и паренхима с розеточными кристаллами оксалата кальция. Центральный цилиндр содержит радиальные ряды сосудов первичной и вторичной ксилемы, а также сердцевинную паренхиму с возможными смоляными протоками.

Корень *Aerva lanata* имеет 5–7 слоев пробковой ткани, паренхиму с кристаллами оксалата кальция и центральный цилиндр с чередующимися кольцами ксилемы и флоэмы (Ranjan, Deokule, 2013). Микроскопический анализ корневого порошка выявил одревесневшие волокна, сосуды с окаймленными порами, кристаллы оксалата кальция, крахмальные зерна и трихосклериды (Vijayalakshmi, Ravindhran et al., 2013).

Таким образом, морфологические и анатомические особенности *Aerva lanata* обеспечивают его адаптацию к условиям среды и служат важными диагностическими признаками.

Orthosiphon aristatus – травянистый полукустарник высотой до 1,5 м с супротивными листьями, сужающимися к основанию. Внешний вид побега наглядно представлен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Гербарный образец *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.
(Royal Botanic Gardens, Kew, 2025)

Листовые пластинки яйцевидной или эллиптической формы, длиной 5–10 см, заострены на концах, с пильчатым краем. Черешки короткие (около 0,3 см), окрашены в зеленые или красновато-фиолетовые тона. Стебель четырехгранный, прямостоячий, с красноватым оттенком и обильным ветвлением.

Соцветия – рыхлые кисти длиной около 16 см, с темно-бордовым опушением на верхушке. Прицветники зеленые, каудообразные (1–2 мм), в пазухах которых формируются кисти из пяти цветков. Цветки колокольчатые, бело-голубоватые, обоеполые, длиной до 6,2 см, с нерегулярной симметрией. Чашечка зелено-красная, гамосепальная, с зубчатым и цельным краями, покрыта мелкими волосками. Венчик светло-фиолетовый, гамопетальный, с бахромчатыми краями; его трубка длиннее лопастей (2,5 см). Лабеллум (нижняя доля венчика)

светло-фиолетовый, опушенный, с розоватым оттенком, что усиливает декоративность и привлекательность для опылителей.

У основания венчиковой трубки *Orthosiphon aristatus* расположены четыре тычинки длиной 4,7–5,2 см, различающиеся по размеру, что связано с их адаптацией к опылению. Центральный столбик завершается булабовидным рыльцем, формируя типичный для семейства гинецей. Длинные тычинки придают цветку сходство с кошачьими усами, что является уникальной морфологической чертой, важной для опыления и диагностики вида (Samy et al., 2009).

Плоды ортосифона тычиночного продолговато-яйцевидные, длиной 1,5–2 мм, что служит ключевым диагностическим признаком. Вид отличается высокой экологической пластичностью, произрастая на опушках лесов, пустырях и вдоль дорог, что способствует его натурализации (Samy et al., 2009). В Малайзии выделяют две разновидности: пурпурную и белую, различающиеся окраской венчика и чашечки, а также морфологией листьев. Эта колор-морфологическая вариабельность отражает высокий внутривидовой полиморфизм, обусловленный генетическими и экологическими факторами (Chan, Loo, 2006).

Таким образом, *Orthosiphon aristatus* обладает комплексом морфологических адаптаций, включая особенности вегетативных и генеративных органов, что обеспечивает его конкурентоспособность и декоративную ценность.

1.3 Фитохимическая характеристика и применение

Aerva lanata является богатым источником разнообразных фитохимических соединений, включая алкалоиды, стероиды, флавоноиды, дубильные вещества, аминокислоты, углеводы и терпеноиды (Ragavendran et al., 2012). В растении идентифицированы флавонолы (кверцетин, кемпферол), фенольные кислоты (ванилиновая, феруловая) и бетацианин (Mammen et al., 2012). Также выделены

флавоноидные гликозиды, такие как изорамнетин-3-О-β-D-глюкозид и нарциссин (Yuldashev et al., 2002).

FTIR-спектроскопия выявила функциональные группы, указывающие на разнообразие химических компонентов в корнях, стеблях, листьях и цветках (Yamunadevi et al., 2012). *Aerva lanata* содержит фитоэкдистероиды, полисахариды, крахмал и минеральные элементы (калий, кальций, магний) (Baltaev et al., 1992; Mallabaev et al., 1989; Omoyeni, Adeyeye, 2009; Ragavendran, 2012).

Среди алкалоидов выделены кантин-6-он, эрвин, β-карболины и другие соединения (Zapesochnaya et al., 1991). Также обнаружены β-ситостерин, даукостерол и ферулоилтирамин (Zapesochnaya, 1990).

Анализ корней методом НРТLC показал высокое содержание галловой кислоты, а также хинонов, фенолов и фитостеролов (Vijayalakshmi, Ravindhran, 2012). Водный экстракт стебля содержит галловую кислоту, рутин и мирицетин (Kumar, 2013).

Хроматические варианты *Aerva lanata* (белый и желтый) различаются по содержанию метоксикампферола и хлорофиллов, что указывает на биохимическую гетерогенность вида (Denni, Mammen, 2013). ГХ-МС анализ выявил в различных органах растения пиридин, гидрохинон, докозан, дотриаконтан и другие соединения, подчеркивая его фитохимическое разнообразие (Mariswamy et al., 2013). Химические формулы некоторых фитокомпонентов представлены на рисунке 1.5.

В *Aerva lanata* идентифицированы β-ситостерилпальмитат, гентриаконтан, β-ситостерол, α-амирин и бетулин (Aiyar et al., 1973; Chandra, Sastry, 1990). Также обнаружены гликозиды (кемпферол 3-рамногалактозид), алкалоиды, сапонины и сахара (фруктоза, галактоза) (Chandra et al., 1990; Afaq et al., 1991).

Алкалоиды, такие как кантин-6-он и β-карболины, а также флавоноиды (тилирозид, изорамнетин) и полисахариды (крахмал, гемицеллюлоза), обнаружены в различных частях растения (Zapesochnaya et al., 1991, 1992; Pervykh et al., 1992; Mallabev et al., 1989). В сердцевине выделены β-ситостерин, его

пальмитат и α -амирин (Ram P Rastogi, Mehrotra, 1970-79). Дополнительно, в египетских образцах данного растения были обнаружены кампестерол и хризин, а также изучен моносакхаридный состав полисахаридов (Ram P Rastogi and Mehrotra BN, 1980-84).

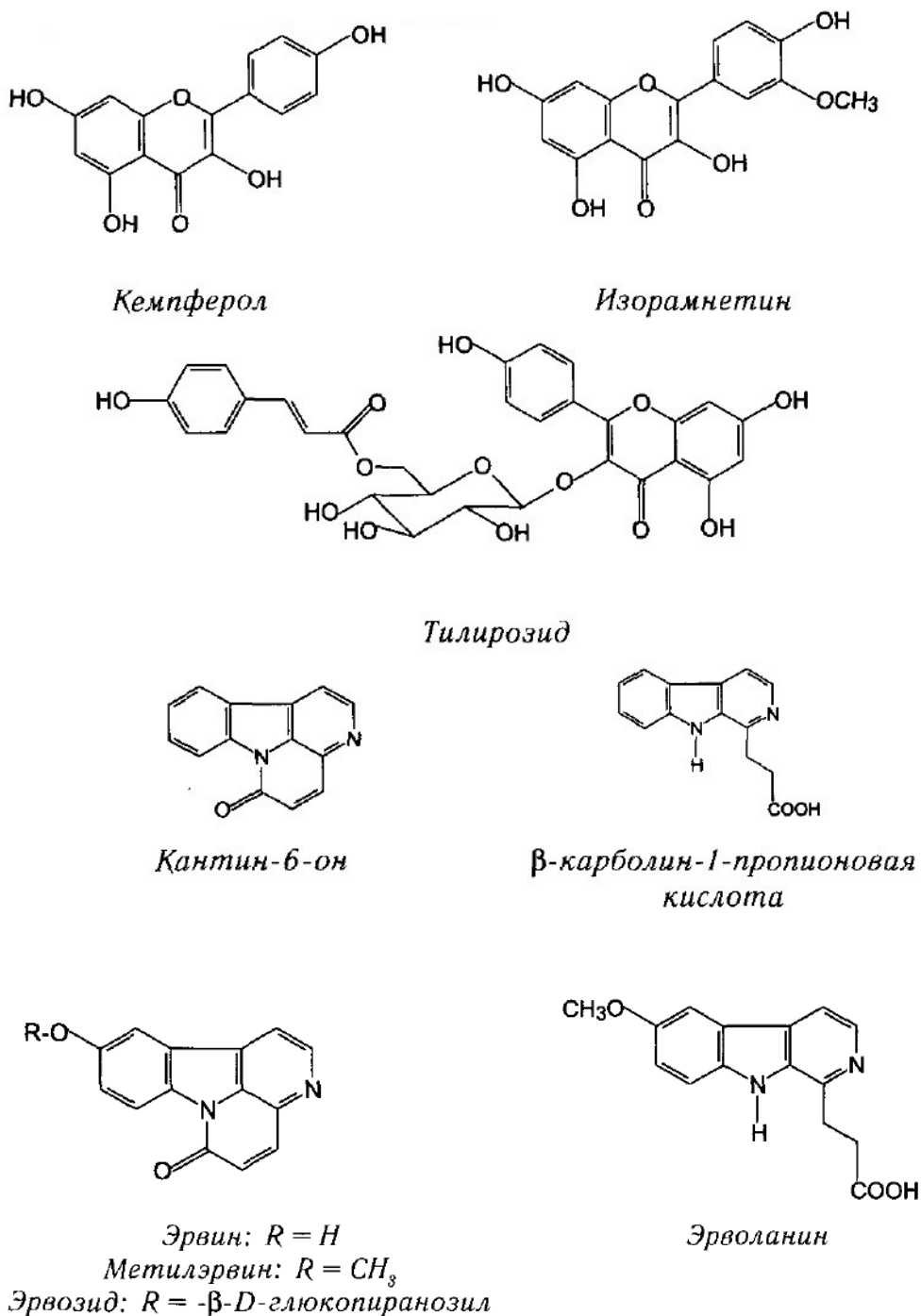


Рисунок 1.5 – Химические компоненты, обнаруженные в сырье *Aerva lanata* Juss. (Куркин, 2004)

Aerva lanata обладает широким спектром фармакологических свойств, включая мочегонное, антигельминтное, противомикробное, антидиабетическое и гепатопротекторное действие (Gupta, Neeraj, 2004; Chopra et al., 1956; Sankaran et al., 1995; Das, 1995; Tripathi et al., 1996; Anonymous, 1985). Экстракты листьев, стеблей и корней демонстрируют диуретическую активность, увеличивая экскрецию натрия и хлоридов (Majmudar et al., 1999; Vetrichelvan et al., 2000).

Гепатопротекторные свойства подтверждены в исследованиях на моделях повреждения печени, где экстракты снижали активность маркерных ферментов и подавляли перекисное окисление липидов (Majmudar et al., 1999; Nevin, Vijayammal, 2005; Manoharan et al., 2008).

Aerva lanata также эффективна при мочекаменной болезни, снижая активность ферментов синтеза оксалата и нормализуя липидный профиль (Soundararajan et al., 2006; Selvam et al., 2001; Soundararajan et al., 2007). Противовоспалительные и нефропротекторные свойства подтверждены в моделях отека и острой почечной недостаточности (Vetrichelvan et al., 2000; Shirwaikar et al., 2004).

Антидиабетическая активность экстракта проявляется в снижении гипергликемии и уровня перекисей липидов у крыс с аллоксановым диабетом (Vetrichelvan, Jegadeesan, 2002).

Исследования показали, что спиртовой экстракт листьев *Aerva lanata* снижает уровень глюкозы в крови и улучшает толерантность к глюкозе у мышей с аллоксан-индуцированным диабетом. Наибольшая антигипергликемическая активность наблюдалась при дозе 400 мг/кг, сравнимая с действием глибенкламида (Deshmukh et al., 2008). Фитохимический анализ выявил наличие стеролов, флавоноидов и дубильных веществ, способствующих регенерации β -клеток поджелудочной железы (Shirwaikar et al., 2004; Chakravarthy et al., 1980).

Aerva lanata проявляет противомикробную и противогрибковую активность благодаря стероидам, терпенам и флавоноидам в экстрактах (Chowdhury et al., 2000). Однако водные экстракты не показали антибактериального действия (Valsaraj et al., 1997; Perumal Samy et al., 1999). Противогрибковая

активность связана с алкалоидами, такими как кантин-6-он и β -карболин, которые нарушают клеточное деление грибов (Zapsochnaya et al., 1992).

Цитотоксическая активность экстрактов *Aerva lanata* подтверждена в отношении опухолевых клеток, включая асцитную лимфому Дальтона и меланому B16F10. Фракция на основе петролейного эфира вызывала 100% гибель клеток *in vitro* и увеличивала выживаемость мышей с опухолями (Nevin, Vijayammal, 2003, 2006).

В связи с широким спектром биологической активности *Aerva lanata* находит активное применение в качестве эффективного лекарственного средства. Растение применяется для остановки кровотечений во время беременности (Yoga Narasimhan et al., 1979), для очищения матки после родов и для предотвращения лактации (John, 1984), заживления ожоговых поражений кожи (Upadhay et al., 1998), а также как противовоспалительное средство при головных болях и дерматологических заболеваниях (Singh, Pandey, 1980).

Особо стоит отметить использование *Aerva lanata* в литолитической терапии – для растворения камней в почках и желчном пузыре (Chetty, Rao, 1989; Vedavathy, Rao, 1990; Sudhakar, Chetty, 1998). Кроме того, соки и экстракты данного растения применяются при носовых кровотечениях, кашле, укусах скорпионов, для лечения переломов и сперматореи (Mukerjee et al., 1984; Sikarwar, Kaushik, 1993; Girach, 1994). Цветки *Aerva lanata* эффективны при дизентерии, диарее и бронхите (Sudhakar, Chetty, 1998; Shah, Gopal, 1985), в то время как семена используются при ревматизме и бронхите (Singh, Pandey, 1980; Mukerjee et al., 1984).

Следует отметить применение листьев *Aerva lanata* как противомаларийного, жаропонижающего средства (Singh, Singh, 1992; Ahmad, 1995; Dagar, Dagar, 1991; Vijaya kumar, Pullaiah, 1998). Кроме того, листья используются в качестве противоядия от укусов скорпионов, для лечения сперматореи, проблем с мочеиспусканием и ревматических заболеваний (Sikarwar, Kaushik, 1993; Hemadri et al., 1980; Kakrani, Saluja, 1994). Корни *Aerva lanata* применяются при головной боли, чесотке, кашле, также в

качестве успокаивающего и мочегонного средства, для лечения диареи, желтухи, холеры, дизентерии и змеиных укусов (Bedi, 1978; Raj, Patel, 1978; Singh, 1993; Tripathi et al., 1996; Yoga Narasimhan et al., 1979; Kapoor, Kapoor, 1980; Mohanty et al., 1996; Sahoo, Mudkal, 1993; Joshi, 2007).

В совокупности, результаты многочисленных фитохимических исследований *Aerva lanata* наглядно демонстрируют ее исключительный потенциал в качестве источника ценных биологически активных соединений. Разнообразие и богатство вторичных метаболитов, идентифицированных в различных органах этого растения, обеспечивают его широкие перспективы использования в медицине, фармации, пищевой промышленности и других областях.

Кроме того, *Aerva lanata* обладает значительным терапевтическим потенциалом благодаря своим нефропротекторным, гипогликемическим, противовоспалительным и цитотоксическим свойствам, что делает его перспективным для дальнейших исследований.

Orthosiphon aristatus традиционно используются в малайской медицине для приготовления чая, применяемого при заболеваниях почек, мочевого пузыря, подагре и диабете (Hegnauer, 1966; Wangner, 1982). Растение содержит фенольные соединения, включая флавоноиды, которые играют ключевую роль в защите биологических систем благодаря своей антиоксидантной активности, способности нейтрализовать свободные радикалы, хелатировать ионы металлов, активировать антиоксидантные ферменты и ингибировать оксидазы (Hirano et al., 2001; Elliott et al., 1992).

Orthosiphon aristatus, известный как «Misai Kucing», богат терпеноидами, полифенолами (флавоноиды и фенольные кислоты) и стеролами, что объясняет его выраженные антиоксидантные свойства и роль в профилактике заболеваний, связанных с окислительным стрессом, таких как онкологические и сердечно-сосудистые патологии (Tezuka et al., 2000). Кроме того, растение содержит минеральные вещества, инозитол, фитостеролы, сапонины и эфирные масла, что расширяет его терапевтический потенциал (Anon, 2001). Таким образом,

Orthosiphon aristatus представляет значительный интерес для дальнейших исследований в медицине и фармакологии.

Терапевтические эффекты *Orthosiphon aristatus* обусловлены полифенольными соединениями в его листьях, которые снижают окислительный стресс, ингибируя перекисное окисление липидов, что важно для профилактики хронических заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца (Holman & Katan, 1999). Листья растения обладают наиболее высокими антиоксидантными свойствами благодаря фенольной фракции, что подтверждается исследованиями (Chung et al., 1999; Venkatamuru et al., 1983; Nakasugi & Komai, 1998; Jung et al., 1999; Pietta et al., 1998). Химические формулы основных биологически активных веществ согласно данным Владимира Александровича Куркина продемонстрированы на рисунке 1.6.

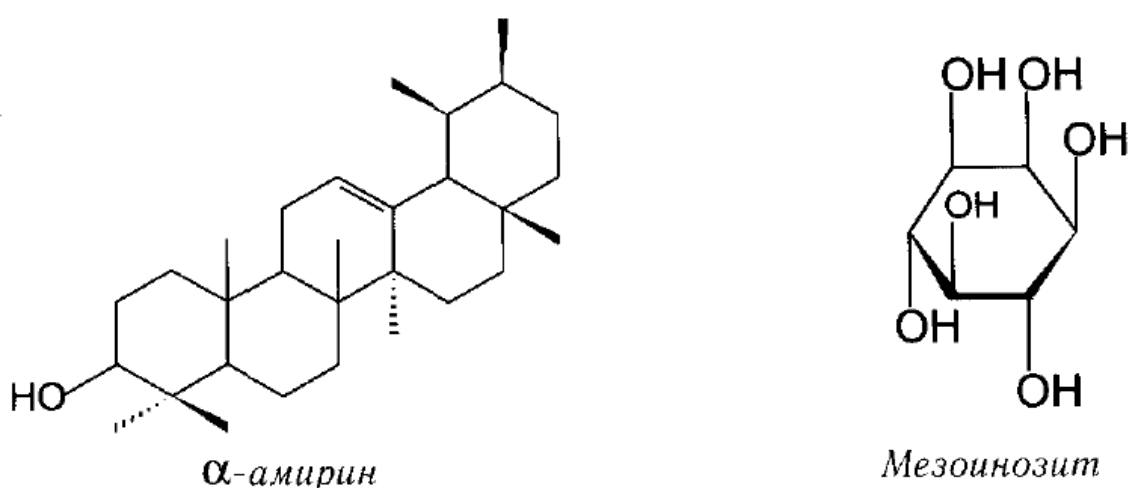


Рисунок 1.6 – Химические компоненты, обнаруженные в сырье *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (Куркин, 2004)

Основные полифенолы листьев включают синенсетин (SEN), эупаторин (EUP), 3'-гидрокси-5,6,7,4'-тетраметоксифлаван (TMF) и розмариновую кислоту (RA) (Schut and Zwaving, 1993). RA, наиболее полярное и водорастворимое соединение, доминирует в экстрактах, полученных с использованием полярных растворителей, что усиливает их антиоксидантную активность (Akowuah et al.,

2004, 2005). Производные кофейной кислоты, включая RA, составляют до 94,6% фенольных соединений в водных экстрактах (Sumaryono et al., 1991).

Orthosiphon aristatus имеет многовековую традицию использования в азиатской народной медицине благодаря своим целебным свойствам. В Малайзии его применяют для лечения гипертонии, ревматизма, подагры, артрита и диабета, а также для выведения камней из почек и мочевого пузыря (Khatun et al., 2011; Samy et al., 2009). В Таиланде растение используют как мочегонное средство и для терапии мочекаменной болезни (Premgamone et al., 2001; Woottisin et al., 2011; Ngamrojanavanich et al., 2006). В Мьянме и Вьетнаме его применяют при диабете, заболеваниях почек, ревматизме и гепатите (Bwin, Gwan, 1967; Wiart, 2006).

В Индонезии и на Филиппинах *Orthosiphon aristatus* сочетают с другими травами для лечения желтухи, диабета, подагры и атеросклероза (Sarny et al., 2009; Eusebio, Umali, 2004). Тайваньские врачи назначают траву этого растения для терапии воспалительных заболеваний мочевыводящих путей, мочекаменной болезни и дизурии (Hsu et al., 2010). Японцы используют *Orthosiphon aristatus* для облегчения процессов детоксикации организма, употребляя его в виде чая (Awale et al., 2003b). В Индии его используют при нефрозе, отеках и диабете, часто в комбинации с *Andrographis paniculata* (Khare, 2007; Wiart, 2006). В Европе экстракты растения применяют в виде «яванского чая» для лечения заболеваний мочевыделительной системы и воспалений (Committee on Herbal Medicinal Products, 2011; Samy et al., 2009).

Современные исследования подтверждают эффективность *Orthosiphon aristatus* при гипертонии, гепатите, желтухе и диабете (Manshor et al., 2013; Alshawsh et al., 2011; Mohamed et al., 2013). Диабет, являясь глобальной проблемой, требует альтернативных подходов к лечению. Экстракт *Orthosiphon aristatus* показал гипогликемический эффект у мышей, снижая уровень глюкозы ниже нормы (Mariam et al., 1996).

Листья *Orthosiphon aristatus* обладают гипогликемической и антигипергликемической активностью. Хлороформный экстракт в дозе 1 г/кг снижает уровень глюкозы у диабетических крыс (Mohamed et al., 2013).

Эффективность экстракта сравнима с глибенкламидом (10 мг/кг), что связано с его влиянием на метаболические пути, включая цикл трикарбоновых кислот и гликолиз (Azam et al., 2017). В составе листьев *Orthosiphon aristatus* идентифицировано биологически активное соединение синенсетин (Hossain, Rahman, 2015). Гексановый экстракт растений этого вида предотвращает глюкозотоксичность в β -клетках поджелудочной железы, усиливая экспрессию мРНК инсулина (Lee et al., 2015).

Orthosiphon aristatus также проявляет антиоксидантную активность, нейтрализуя свободные радикалы (IC₅₀ водного экстракта – 9,6 мкг/мл) и подавляя перекисное окисление липидов (Yam et al., 2012). Метанольный экстракт в дозах до 5000 мг/кг не вызывает токсичности у мышей (Yam et al., 2012). Гепатопротекторные свойства экстракта подтверждены в моделях повреждения печени парацетамолом и тиацетамидом (Alshawsh et al., 2011).

Кроме того, *Orthosiphon aristatus* демонстрирует антимикробную активность, особенно против *Staphylococcus aureus* (зона ингибирования – 10,5 мм, MIC – 1,56 мг/мл) (Alshawsh et al., 2012; Tong et al., 2011).

Таким образом, листья *Orthosiphon aristatus*, используемые в чаях, капсулах и таблетках, представляют ценность для здоровья благодаря высокому содержанию биологически активных полифенолов, что делает растение перспективным для современной фитотерапии и фитофармакологии.

Разнообразие традиционных терапевтических применений *Orthosiphon aristatus* в различных регионах Азии отражает широкий спектр его биологической активности и фармакологических свойств. Накопленный в народной медицине опыт использования этого растения представляет большой научный интерес и служит основой для дальнейшего изучения его потенциала в качестве источника новых высокоэффективных лекарственных средств.

1.4 Опыт интродукционного изучения

Aerva lanata демонстрирует высокую адаптивность к различным климатическим условиям, что делает ее пригодной для культивирования за пределами тропиков. В СССР первые попытки интродукции были предприняты в 1977 году в Грузинской ССР, а позже успешно продолжены в России, включая Краснодарский край и Самарскую область (Куркина, Осипова, 2010).

Исследования на Крымском полуострове (Южный берег Крыма, Предгорная и Степная зоны) подтвердили способность *Aerva lanata* завершать полный цикл развития, включая созревание семян, в различных почвенно-климатических условиях (Машанов и др., 1997). Это свидетельствует о ее высокой экологической пластичности и перспективности для промышленного выращивания (Решетнева, Стукан, 1998).

Особый интерес представляет морфология растения, включая уникальные трихомы на листьях и стеблях, что важно для оценки качества сырья в соответствии с фармакопейными стандартами. Трихомы *Aerva lanata*, изученные Машановым и коллегами, состоят из 5–7 клеток, причем нижние клетки голые, а верхние имеют сосочковидные выросты, образующие «корону» (Машанов и др., 1997). Количество трихом на стебле превышает их число на листьях, где они расположены преимущественно вдоль центральной жилки.

Сравнительный анализ спиртовых экстрактов травы, выращенной в Крыму и завезенной с Цейлона, методом ТСХ показал идентичность хроматографических профилей, включая флавоноиды и гликозиды (Даниленко, 1997). Основные биологически активные соединения *Aerva lanata* включают флавоноиды (тилирозид, кумароилтилирозид), гликозиды изорамнетина (эрвитин, нарциссин), алкалоиды (эрвизид, эрвин, β -карболины) и фенольные кислоты (сиреневая, ванилиновая) (Zapsochnaya et al., 1992; Первых и др., 1992).

Исследования показали, что климатические условия незначительно влияют на фитохимический профиль растения, что свидетельствует о его генетической стабильности. Однако дальнейшие исследования биологии и агротехнологии

Aerva lanata в Крыму остаются актуальными для разработки эффективных методов культивирования и расширения сырьевой базы фармацевтической промышленности.

Orthosiphon aristatus, согласно имеющимся в нашем распоряжении научным данным, культивируется в качестве сельскохозяйственной культуры в нескольких тропических странах, включая Малайзию и Индонезию (Handa et al., 2006; Musa et al., 2009; Wiart, 2006). В этих регионах он активно используется как в медицинских, так и в декоративных целях.

Благодаря своей яркой окраске и декоративным качествам, *Orthosiphon aristatus* культивируется в тропических регионах в качестве декоративного растения, активно используемого для озеленения городских территорий, частных садов и парков (Musa et al., 2009).

Согласно исследованиям, проведенным малайзийскими учеными, ортосифон тычиночный рассматривается в Малайзии как растение с большим коммерческим потенциалом (Jaganath, Ng, 2000).

Orthosiphon aristatus в настоящее время появляется во многих коммерческих продуктах, производимых как на национальном, так и на международном уровне. В частности, он встречается в таких формах, как порошок травы, сушеные листья, чайные пакетики, различные напитки, экстракты, таблетки и капсулы.

Ортосифон тычиночный впервые был завезен на территорию СССР в 1939 году. В результате исследований советских ученых, *Orthosiphon aristatus* был интродуцирован в районы влажных субтропиков Грузинской ССР (Молодожников, 1943).

В последующие годы, в период с 1953 по 1955 годы, были предприняты серьезные шаги по организации промышленного культивирования этого ценного лекарственного сырья. Так, в соответствии с данными, приведенными в работах выдающегося советского фармаколога А.Ф. Гаммермана, в указанный временной промежуток были заложены первые промышленные плантации *Orthosiphon aristatus* на территории Советского Союза (Гаммерман, 1960).

После распада СССР работы по интродукции и культивированию ортосифона тычиночного продолжились уже на территории Российской Федерации. В настоящее время ведутся исследования по адаптации данного растения к климатическим условиям отдельных регионов России, в первую очередь, Краснодарского края и Крыма, где созданы опытные плантации.

Параллельно с работами в СССР/России, интродукция ортосифона тычиночного осуществлялась и в других странах. Так, в Малайзии, Индонезии, Таиланде и ряде других государств Юго-Восточной Азии оно издавна культивируется как лекарственное и пищевое растение. В последние десятилетия опыты по введению ортосифона тычиночного в культуру проводились также в Китае, Японии, Австралии, странах Африки и Южной Америки.

Таким образом, интродукция ортосифона тычиночного является важным этапом в расширении ареала распространения и промышленного использования данного ценного лекарственного растения. Накопленный в СССР/России и других странах мира опыт интродукции ортосифона тычиночного представляет значительный научно-практический интерес и может быть использован для дальнейшего развития фитотерапии и фармацевтической промышленности.

Глава 2 ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Комплекс научных исследований, положенных в основу диссертационной работы, осуществлялся в период с 2019 по 2023 годы на базе лаборатории ароматических и лекарственных растений ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». Полевые опыты проводились как в условиях открытого грунта, так и в защищенном культивационном пространстве.

Наблюдения и экспериментальные работы осуществлялись на коллекционном участке исследуемых объектов с применением единообразных агротехнических мероприятий.

2.1 Объекты, методы и методика проведения исследований

Объектами данного научного исследования были выбраны два легендарных тропических лекарственных растения, обладающих свойствами, способствующими лечению заболеваний мочевыводящей системы.

Первым объектом является *Aerva lanata* – многолетнее лекарственное растение семейства *Amaranthaceae*. Данный вид широко распространен в Индии, на Цейлоне, в тропической и Южной Африке, а также на Аравийском полуострове.

Вторым объектом изучения выступает *Orthosiphon aristatus* – многолетний полукустарник семейства *Lamiaceae*. Родиной произрастания этого растения является экваториальная зона Юго-Восточной Азии, включающая Австралию, Индонезию и Малайзию.

Выбор данных тропических лекарственных видов в качестве объектов исследования обусловлен их традиционным использованием в фитотерапии

заболеваний мочевыделительной системы в различных регионах их естественного произрастания.

При выполнении работы был применен комплексный подход, сочетающий в себе полевые и вегетационные эксперименты, а также лабораторные биохимические исследования. В ходе вегетационных опытов растения выращивались в специально оборудованных экспериментальных парниках. Почвенная смесь, используемая в качестве субстрата, состояла из равных долей чернозема, песка и торфа. Необходимо отметить, что одним из ключевых факторов, влияющих на продуктивность растений в данном регионе, является недостаточное количество осадков в теплый период года. В связи с этим применение орошения представляется важным агротехническим приемом, позволяющим компенсировать дефицит влаги и обеспечить нормальное функционирование агроэкосистем.

При проведении морфологических наблюдений и описаний опирались на фундаментальные труды отечественных ботаников, в частности, на серию Атласов по описательной морфологии высших растений, изданных под редакцией профессора А.А. Федорова и его коллег в 1956, 1962, 1975 и 1979 годах (Федоров и др., 1956, 1962, 1975, 1979). Данные издания содержат исчерпывающие сведения и подробные иллюстрации, позволяющие максимально точно и объективно характеризовать морфологические особенности вегетативных и генеративных структур растений. Кроме того, при описании морфологии учитывались также результаты исследований, представленные в монографии И.П. Серебрякова «Морфология вегетативных органов высших растений» (1952 г.).

В процессе проведения данного исследования особое внимание было уделено изучению сезонного цикла роста и развития изучаемых видов растений. Для получения всесторонней и достоверной информации по данному вопросу были организованы специальные наблюдения на модельных растениях.

В каждом из вариантов эксперимента наблюдения осуществлялись на 30 растениях каждого вида. Это позволило обеспечить репрезентативность выборки

и повысить статистическую значимость полученных данных. Биометрические измерения проводились с периодичностью один раз в декаду и включали определение высоты генеративных побегов, диаметра растений, а также фиксацию фенологических фаз развития. Комплексный подход к сбору данных обеспечил всестороннюю характеристику динамики роста и развития исследуемых видов.

Важно отметить, что параллельно с фенологическими наблюдениями осуществлялся мониторинг гидротермических факторов среды. Это позволило установить взаимосвязи между климатическими условиями и особенностями сезонного развития растений. Такой комплексный подход к исследованию сезонных ритмов роста и развития в тесной связи с факторами окружающей среды является ключевым для понимания адаптационных механизмов растительных организмов к конкретным природно-климатическим условиям.

При проведении фенологических наблюдений в рамках данного исследования был применен комплексный подход, основанный на методических рекомендациях, разработанных ведущими отечественными учеными в области изучения сезонной динамики растений. В частности, методологической основой фенологических наблюдений послужила работа известного советского ботаника Ирины Николаевны Бейдеман «Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ» (1974 г.). Данное издание содержит детальные методические указания по проведению полевых фенологических наблюдений, описание фаз развития растений и другие важные методические аспекты.

Кроме того, при организации фенологических наблюдений учитывались также рекомендации, разработанные специалистами лаборатории ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада. Данные рекомендации основаны на многолетнем опыте изучения сезонной ритмики развития различных видов хозяйственно-ценных растений (Исиков и др., 2009).

Параллельно с этим осуществлялись биометрические измерения, включавшие определение высоты генеративных побегов. Обработка материалов фенологических наблюдений осуществлялась с использованием методики,

предложенной Н.Г. Москаленко (1964). Такой комплексный подход позволил получить детальную информацию о динамике роста и развития изучаемых растительных объектов в течение вегетационного периода.

В рамках проводимых исследований особое внимание было уделено семенной продуктивности и оценке качества семян изучаемых растительных видов. Для этого использовался комплекс современных методик, разработанных ведущими отечественными учеными в области семеноведения.

Определение массы 1000 семян осуществлялось путем взвешивания выборки из 100 семян на высокоточных аналитических весах AND HR-250A, обладающих точностью до 0,1 мг и максимальной нагрузкой 252 г. Данная процедура проводилась в четырехкратной повторности, что обеспечивало высокую достоверность получаемых результатов.

Изучение качественных характеристик семян, таких как всхожесть и энергия прорастания, осуществлялось согласно методике, разработанной М.К. Фирсовой (1969). Данная методика предусматривает проращивание семян в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при оптимальных температурных условиях (20-30°C). Учет прорастания семян производился в четырехкратной повторности по 100 семян в каждой повторности, что обеспечивало статистическую обоснованность получаемых данных.

При проведении исследований качества семян учитывались также действующие государственные стандарты, в частности ГОСТ Р 51096-97 «Семена сельскохозяйственных культур. Сортные и посевные качества. Общие технические условия». Строгое следование данным нормативным документам гарантировало соблюдение всех необходимых требований к проведению анализа посевных качеств семенного материала.

В ходе проведения комплексных исследований особое внимание было уделено детальному морфологическому описанию семян изучаемых растительных видов. Для этого использовался целый ряд фундаментальных научных источников, разработанных ведущими отечественными специалистами в области ботанической морфологии.

Основополагающим пособием, на которое опирались, стал «Атлас по описательной морфологии высших растений», подготовленный коллективом авторов под редакцией А.А. Федорова (Артюшенко, Федоров, 1986; Артюшенко, Федоров, 1989). Данные издания, вышедшие в 1986 и 1989 годах, содержат исчерпывающие сведения и высококачественные иллюстрации, позволяющие наиболее точно и детально охарактеризовать морфологические особенности семян различных растительных видов.

Кроме того, при проведении морфологических описаний учитывались также работы Н.Н. Каден и С.А. Смирновой (1974), И.А. Ивановой и Н.М. Дудик (1974), посвященные изучению строения семян и их диагностическим признакам. Комплексное использование этих авторитетных источников позволило осуществить всесторонний анализ морфологии семенного материала.

В ходе морфометрических измерений определялись линейные размеры семян, включая длину, ширину и толщину. Для получения статистически значимых данных эти параметры оценивались в 30-кратной повторности с использованием бинокулярной оптической техники. Такой подход обеспечил высокую точность и достоверность полученных морфологических характеристик.

В процессе изучения морфологии семян исследуемых растительных видов использовался комплекс современного высокотехнологичного оборудования, представленного в Центре коллективного пользования Национального ботанического сада.

Для получения детальных изображений семенных структур применялись стереоскопические тринокулярные микроскопы Nikon SMZ745T и Ломо МСП-1, оснащенные высокоразрешающими цифровыми окулярными камерами серии Tour-Sam. Данное аналитическое оборудование позволило получить четкие микрофотографии семян с возможностью последующей компьютерной обработки и анализа.

Обработка и анализ полученных микроизображений проводились с использованием специализированных программных комплексов TourView и ImageView. Данные программные средства обеспечивали широкие возможности

для визуализации, морфометрических измерений, а также статистической обработки результатов. Применение высокотехнологичного инструментария в сочетании с современными компьютерными технологиями позволило существенно повысить точность, объективность и информативность морфологических исследований.

При выделении онтогенетических состояний растений использовалась концепция дискретного описания онтогенеза, разработанная такими выдающимися отечественными учеными, как Тихоном Александровичем Работновым и Алексеем Александровичем Урановым. Данный подход обеспечивал системный и научно-обоснованный анализ жизненного цикла изучаемых видов, что имеет важное значение для понимания их биологии и экологии.

В ходе проведенных исследований особое внимание было уделено изучению особенностей цветения изучаемых растительных видов. Для этого использовалась комплексная методика, разработанная ведущими отечественными специалистами в области ботанической морфологии и репродуктивной биологии растений.

Основополагающим методическим источником при проведении исследований цветения послужили рекомендации, подготовленные А.Н. Пономаревым, В.Н. Голубевым и Ю.С. Волокитиным. Данные методические разработки, опубликованные в 1960, 1986 и 2000 годах, содержат подробное описание подходов к наблюдению, фиксации и анализу генеративных структур растений (Пономарев, 1960; Голубев, Волокитин, 1986; Пономарев, Демьянова, 2000).

Для последующего морфологического и анатомического изучения растительный материал фиксировался с использованием растворов Карнуа и FAA. Далее, в соответствии с общепринятыми методиками, готовились постоянные гистологические препараты мужских и женских генеративных органов. При этом опирались на работы Б. Ромейса, С.В. Шевченко с соавторами, а также З.П. Паушевой (Ромейс, 1954; Шевченко и др., 1986; Паушева, 1990).

Парафиновые срезы готовились с помощью ротационного полуавтоматического микротома RMD-3000 отечественного производства. Окрашивание препаратов осуществлялось метиловым зеленым и пиронином по методике С.В. Шевченко и А.А. Чеботаря, а также гематоксилином по разработанной в Ботаническом институте им. В.Л. Комарова методике с подкраской алциановым синим (Шевченко, Чеботарь, 1992; Жинкина, Воронова, 2000).

Анализ полученных гистологических препаратов проводился с использованием современного микроскопического оборудования – AxioScope A.1 производства компании Carl Zeiss. Для документирования результатов применялась система анализа изображений Axio Cam ERc 5s, также выпускаемая данным мировым лидером в области микроскопической техники.

Методологической основой для изучения семенной продуктивности (СП) – одного из ключевых показателей плодообразования в растениях – послужили труды выдающегося отечественного ботаника, профессора Ивана Васильевича Вайнагия (Вайнагий, 1974). Согласно предложенной им методике, оценка семенной продуктивности включает комплексное исследование нескольких взаимосвязанных показателей.

В первую очередь, проводился подсчет количества соцветий на изучаемом растении, а также количества цветков в каждом соцветии. Данные показатели позволяют определить потенциальное число семязачатков, которые могут быть сформированы в процессе плодообразования.

Следующим этапом становилось непосредственное подсчитывание числа семязачатков (потенциальных семян) в завязях цветков. Этот параметр характеризует потенциальную семенную продуктивность (ПСП) растения.

Реальная семенная продуктивность (РСП) оценивалась путем подсчета количества вызревших семян на плодоносящем растении. Сопоставление этого показателя с ПСП позволяло рассчитать коэффициент семенификации (КСП) – важнейший интегральный показатель, отражающий эффективность процессов плодо- и семяобразования.

Коэффициент семенификации определялся как отношение РСП к ПСП, выраженное в процентах. Этот показатель наглядно демонстрирует долю потенциально возможных семян, которые в итоге были сформированы и вызрели на растении.

Комплексное изучение перечисленных параметров – числа соцветий, цветков, семязачатков, вызревших семян, а также расчет коэффициента семенификации – дает возможность всесторонне оценить семенную продуктивность растений, выявить факторы, лимитирующие этот процесс, и разработать рекомендации по его оптимизации.

Как известно, выявление семенной продуктивности на уровне отдельного растения сопряжено со значительными методическими трудностями, как в условиях природных фитоценозов, так и при культивировании растений. Данное обстоятельство обусловлено сложностью учета всех генеративных структур, подверженных многочисленным факторам, влияющим на процессы плодо- и семяобразования.

В связи с этим, в практике научных исследований широко применяется методика определения семенной продуктивности не на уровне целого растения, а непосредственно на генеративных побегах. Данный подход позволяет стандартизировать процедуру сбора и анализа исходных данных, а также повысить репрезентативность получаемых результатов.

Согласно методическим рекомендациям (Методические рекомендации..., 1980), оценку семенной продуктивности проводили в фазы массового цветения и плодоношения растений. В качестве материала для анализа использовали генеративные побеги, отобранные с 10 модельных особей. Полученные данные в дальнейшем пересчитывали на одно растение.

В ходе исследований качество растительного сырья анализировалось в строгом соответствии с требованиями последнего издания Государственной Фармакопеи Российской Федерации, утвержденного в 2015 году (ГФ РФ XIV, 2015). Данный нормативный документ является основополагающим при

стандартизации и контроле качества лекарственного растительного сырья, произрастающего как в естественных, так и в культурных условиях.

Государственная Фармакопея РФ регламентирует порядок отбора представительных проб сырья, проведения макроскопического и микроскопического анализа, определения подлинности, доброкачественности и чистоты сырья в соответствии с установленными показателями и критериями. Кроме того, в Фармакопее содержатся методики количественного определения биологически активных веществ, являющихся маркерными соединениями для конкретных видов лекарственных растений.

Согласно действующим положениям Государственной фармакопеи Российской Федерации, XIV издания (ГФ РФ XIV), для медицинского применения допускается использование сырья эрвы шерстистой – «*Aervae lanatae herba*», или Эрвы шерстистой трава (ФС.2.5.0054.15). Данное требование продиктовано необходимостью обеспечения стабильности качества растительного материала и его соответствия установленным стандартам.

Заготовка сырья эрвы шерстистой проводилась в фазу массового цветения – начала плодоношения растений. Данный период вегетации характеризуется максимальным накоплением биологически активных веществ, определяющих лечебные свойства сырья.

Для подтверждения подлинности анализируемых образцов применялся комплекс стандартных методов, регламентированных в ГФ РФ XIV. В частности, проводились органолептические исследования, выявляющие характерные морфологические и анатомические диагностические признаки сырья. Кроме того, методом тонкослойной хроматографии была установлена идентичность качественного состава фенольных соединений, в том числе рутина и кверцетина, извлекаемых из образцов 80%-ным спиртоводным раствором.

Согласно положениям Государственной фармакопеи РФ, XIV издания (ФС.2.5.0088.18), для медицинских целей допускается использование сырья ортосифона тычиночного. В частности, разрешено применение собранных в течение периода вегетации и высушенных листьев и верхушек побегов

многолетнего травянистого растения *Orthosiphon stamineus* Benth. (синоним *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.). Данное требование обусловлено необходимостью обеспечения стабильности качественного и количественного состава биологически активных веществ в заготавливаемом растительном материале.

Для подтверждения подлинности анализируемых образцов сырья применялся комплекс стандартных методик, регламентированных в соответствующей фармакопейной статье (ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV). В частности, проводилось тщательное сравнение диагностических внешних и микроскопических признаков изучаемого сырья с описанными в нормативном документе. Кроме того, методом тонкослойной хроматографии, согласно методике, приведенной в разделе «Тонкослойная хроматография» данной фармакопейной статьи, была установлена идентичность качественного состава биологически активных веществ, извлекаемых из образцов 96%-ным спиртоводным раствором.

Следует отметить, что применение комплексного подхода к установлению подлинности лекарственного растительного сырья, включающего органолептические, микроскопические и хроматографические методы анализа, является обязательным условием, гарантирующим соответствие заготавливаемого материала требованиям нормативной документации и, как следствие, его пригодность для использования в медицинской практике.

Для комплексной оценки успешности интродукции новых для культуры видов лекарственных растений использовалась специальная многобалльная шкала, учитывающая совокупность показателей. Она представлена в таблице 2.1.

Данная шкала, созданная на основе многолетнего опыта интродукционных работ в НБС, позволяет дать объективную оценку адаптационного потенциала интродуцируемых растений, перспективности их культивирования и возможности практического использования в качестве источников лекарственного сырья.

Таблица 2.1 – Шкала успешности интродукции ароматических и лекарственных растений (Шевчук, Логвиненко, 2023)

№	Признаки	Баллы		
		1	2	3
		низкая	средняя	высокая
1	Габитус растения	маломощные, высота ниже в культуре	рост аналогично естественным местообитаниям	высота выше в культуре
2	Цветение	слабо цветущие	цветение аналогично естественным условиям	обильно цветущие
3	Соответствие жизненной форме	не соответствует	соответствует в условиях закрытого грунта	соответствует
4	Семеношение	отсутствует (не цветут; семена не завязываются; семена не вызревают)	редкое, малочисленное	обильное
5	Способность к самосеву	слабая или отсутствует	удовлетворительная (при благоприятных условиях)	высокая (обильный)
6	Способность к вегетативному размножению	слабая или отсутствует	удовлетворительная (способность к ризогенезу – 20–30%)	высокая (эффективнее семенного)
7	Зимостойкость*	низкая (без укрытия вымерзает, зимует в условиях закрытого грунта)	средняя, (вымерзает 20-40%)	высокая (полностью сохраняются)
8	Засухо-устойчивость	слабая (требовательны к вегетационному поливу)	средняя (вегетационный полив 1 раз за декаду)	высокая (растет без полива)

*оценивается в период массового отрастания.

Согласно разработанной в Никитском ботаническом саду методике, балльная оценка успешности интродукции рассчитывалась путем суммирования баллов по каждому из изучаемых признаков с последующим делением на общее число этих признаков. Таким образом, достигается объективное и комплексное отражение адаптационного потенциала интродуцируемых растений.

Необходимо отметить, что для однолетних культур, в силу их биологических особенностей, оценка не проводится по таким показателям, как зимостойкость и способность к вегетативному размножению. Соответственно, минимальная интродукционная оценка для данной группы растений составляет 1,0 балл, а максимальная – 3,0 балла.

На основании результатов комплексной балльной оценки успешности интродукции осуществлялась дальнейшая оценка перспективности культивирования изучаемых видов лекарственных растений в новых почвенно-климатических условиях.

Данная оценка также проводилась по 3-х балльной шкале и базировалась на следующих основных критериях, отраженных в таблице 2.2.

Оценку перспективности культивирования видов осуществляли на основе суммирования баллов по всем изученным показателям. Таким образом, итоговая оценка перспективности представляла собой интегральный показатель, всесторонне отражающий адаптивный потенциал интродуцируемых растений, их жизнеспособность и продуктивность в новых условиях произрастания, а также практическую ценность получаемого из них растительного сырья.

В соответствии с общим количеством баллов, полученных по результатам данной оценки, изучаемые виды лекарственных растений были подвергнуты распределению по одному из трех основных критериев перспективности:

1. Малоперспективные (МП) – виды, получившие 4-6 баллов. Данная категория объединяет растения, характеризующиеся низкими показателями адаптации, продуктивности и качества сырья, что существенно ограничивает возможности их промышленного культивирования.

2. Перспективные (П) – виды, набравшие 7-9 баллов. Растения этой категории демонстрируют достаточно высокий уровень приспособленности к новым условиям, стабильную продуктивность и удовлетворительное качество сырья, что определяет перспективность их введения в культуру.

3. Очень перспективные (ОП) – виды, получившие 10-12 баллов. Данная группа объединяет наиболее успешно интродуцированные растения, обладающие комплексом благоприятных адаптационных, биологических и биохимических характеристик, что делает их культивирование в новых условиях наиболее перспективным.

Таблица 2.2 – Оценка перспективности культивирования ароматических и лекарственных растений (Шевчук, Логвиненко, 2023)

№	Признаки	Баллы		
		1	2	3
1	Длительность существования вида в коллекции	1–2 года	3–5 лет	более 5 лет
2	Устойчивость к вредителям и болезням	слабая (сильно повреждаются)	средняя (повреждаются при неблагоприятных условиях среды)	высокая (не повреждаются)
3	Биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ	низкое, меньше аналогов и показателей ГОСТа	содержание соответствует ГОСТу и аналогам	содержание выше аналогов и показателей, заявленных в ГОСТе
4	Сумма баллов	3	6	9
5	Успешность интродукции, балл	1-1,5	1,5-2,5	2,5-3
6	Перспективность культивирования	малоперспективные	перспективные	очень перспективные

Как известно, использование строгих статистических методов является неотъемлемой частью современных научных исследований, позволяя обеспечить

объективность и достоверность получаемых результатов. В нашем случае, обработка экспериментальных данных проводилась в полном соответствии с общепринятыми методиками математической статистики.

Полученные расчеты выполнялись при доверительной вероятности $P=0,95$, что соответствует общепринятому в биологических исследованиях уровню значимости. Данный показатель отражает вероятность того, что истинное значение изучаемого параметра находится в пределах рассчитанного доверительного интервала.

Следует отметить, что статистическая обработка данных осуществлялась с использованием прикладного пакета программ Microsoft Excel 2010. Данное программное обеспечение широко применяется в научных исследованиях благодаря своей универсальности, удобству интерфейса и наличию широкого спектра встроенных статистических функций.

Применение вышеописанных методических подходов, основанных на трудах классиков отечественной биометрии (Доспехов, 1972; Зайцев, 1973; Лакин, 1990), позволило провести всесторонний статистический анализ полученных экспериментальных данных. Это, в свою очередь, обеспечило высокую достоверность и обоснованность выводов относительно перспективности культивирования изучаемых видов лекарственных растений в новых почвенно-климатических условиях.

Как известно, корректное и наглядное отображение результатов экспериментальных работ является неотъемлемым условием обеспечения информативности и воспроизводимости научных исследований. В нашем случае, количественные данные представлены в виде средних арифметических значений ($\bar{X}$) с указанием стандартной ошибки среднего (m). Такая форма записи позволяет не только наглядно отобразить центральную тенденцию изучаемых параметров, но и оценить степень их вариабельности в пределах выборки.

Помимо этого, для каждого признака определены минимальные ($\min$) и максимальные ($\max$) значения, что дает возможность охарактеризовать амплитуду варьирования соответствующих показателей.

Кроме того, в ходе статистической обработки данных был рассчитан коэффициент вариации (V , %), который является наиболее информативной мерой изменчивости признаков. Оценка уровня вариабельности проводилась с использованием эмпирической шкалы, разработанной профессором Станиславом Александровичем Мамаевым (Мамаев, 1975). В соответствии с данной шкалой, выделяются следующие градации изменчивости:

- очень низкий уровень - при $V < 8\%$;
- низкий уровень - при $V = 8-12\%$;
- средний уровень - при $V = 13-20\%$;
- высокий уровень - при $V = 21-40\%$;
- очень высокий уровень - при $V > 40\%$.

Применение подобного подхода к анализу вариабельности признаков позволяет дать объективную оценку степени их изменчивости, что имеет важное значение для интерпретации результатов, выявления закономерностей и прогнозирования потенциала изучаемых объектов.

2.2 Природно-климатические условия района исследований

Никитский ботанический сад расположен в западном субтропическом почвенно-климатическом районе Приморской зоны Южного берега Крыма (ЮБК), что определяет специфику его природно-климатических условий (Агроклиматический справочник..., 1959).

Ключевыми климатическими особенностями региона ЮБК являются исключительно мягкая зима и сухое, жаркое летнее время, при этом наблюдается преобладание количества атмосферных осадков в холодный период года. В силу субтропического характера климата, год в данном регионе разделяется не на четыре классических сезона, а на два ярко выраженных периода: холодный и теплый. К холодному периоду на Южном берегу Крыма относятся месяцы с декабря по март, тогда как теплый период охватывает временной интервал с

апреля по ноябрь. Основанием для такого деления служат характерные переходы средней температуры воздуха через ключевые пороговые значения: 5°C, 10°C (декабрь - март) и 22°C (апрель - ноябрь) (Почвы Никитского..., 1963).

Среднегодовая температура воздуха в данном районе составляет 12,4-12,9°C. При этом температура самого жаркого месяца (июля) варьирует в пределах 22,8-23,2°C, а самого холодного (января) – от 3,1 до 3,9°C. Средний из абсолютных годовых максимумов температуры достигает 32°C, однако в отдельные годы может подниматься до 35°C. Средний из абсолютных годовых минимумов составляет около -9°C, но абсолютный минимум может опускаться до -15°C. В дневное время суток в полуденные часы температура воздуха нередко поднимается до 26,5-28,5°C, а в отдельные годы - до 37-40°C. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 252 дня, варьируя от 205 до 309 дней. Первые заморозки, как правило, наблюдаются в начале декабря, а весенние заморозки прекращаются в конце второй декады марта. Период с температурой воздуха выше 10°C в среднем длится 203 дня. Сумма температур выше 0°C между переходами средней температуры через 5°C равна 4200°C, а между переходами через 10°C – 3800°C (Агроклиматическая характеристика..., 1992; Дополнение к справочнику..., 1972).

Температурный режим почв в регионе Южного берега Крыма, где располагается Никитский ботанический сад, характеризуется редкими случаями промерзания верхнего почвенного слоя, не превышающего глубину 30 см. Так, наиболее низкая средняя температура почвы на глубине 20 см приходится на февраль и составляет около 3,2°C. На поверхности почвы максимальная температура, как правило, наблюдается в июле и может достигать 64°C, тогда как минимальная – в январе, опускаясь до -18°C. Данная высокая летняя температура почвы в сочетании с недостаточным количеством осадков обуславливает ее значительное иссушение в этот период. Несмотря на сезонные колебания, биохимические процессы в почве протекают круглогодично, хотя и испытывают определенное ослабление во время летней засухи, а в отдельных случаях – в периоды подмерзания верхнего почвенного слоя.

Климатические условия Южного берега Крыма, где расположен Никитский ботанический сад, характеризуются крайне редким наступлением зимнего периода с устойчивыми среднесуточными температурами воздуха ниже 0°C. Хотя в данном регионе ежегодно выпадают осадки в виде снега, но устойчивый снежный покров, как правило, сохраняется не более 12 дней, со средней высотой 13-18 см.

Одной из характерных особенностей климата Южного берега Крыма является высокая повторяемость зимних вегетационных оттепелей, составляющая 65-70% от общего числа наблюдаемых лет. Однако эти оттепели обычно прерываются слабыми, но частыми безморозными похолоданиями, что не приводит к существенным повреждениям растительности. Среднегодовое количество осадков в регионе составляет 600 мм, из которых примерно 40% выпадает в вегетационный период. Большая часть осадков (44%) приходится на четыре месяца холодного сезона, с максимумом до 80 мм в месяц в декабре и минимумом в июле-августе. Годовая испаряемость на Южном берегу Крыма варьирует в пределах 900-1100 мм, а в период активной вегетации растений – 850-860 мм, что в 3,7 раза превышает сумму осадков, выпадающих в это время. Такое соотношение осадков и испаряемости создает дефицит влаги в почве в течение вегетационного периода.

Следует отметить, что в теплые месяцы года здесь нередко наблюдаются сильные ливневые осадки, достигающие порой значительных величин – до 158 мм. Данный феномен представляет значительный интерес для исследователей. Статистический анализ показывает, что ливни с суммой осадков более 50 мм повторяются в среднем один раз в три года. Этот факт свидетельствует об определенной цикличности и закономерности в распределении подобных экстремальных явлений.

Что касается общего уровня влажности воздуха, то он характеризуется как невысокий и умеренный. Так, средняя относительная влажность в июле составляет около 56%, а в январе – 75%. Следует отметить, что в целом относительная влажность редко опускается ниже 50%, за исключением отдельных

летних дней. Необходимо также подчеркнуть, что в период с апреля по май наблюдается повышенная влажность воздуха, что приводит к появлению туманов морского происхождения. Данное явление, к сожалению, негативно сказывается на цветении растительности, что представляет определенный интерес для биологов и экологов, изучающих взаимосвязи в природных сообществах.

Следует отметить, что сложные топографические условия оказывают заметное влияние на характер ветрового режима в данном районе. По результатам наблюдений, здесь преобладают восточные (38%) и западные (25%) ветры. Средняя годовая скорость ветра составляет 3,5 м/с, при этом наблюдается определенная сезонная динамика данного показателя. Так, в зимний период отмечается повышенная среднемесячная скорость ветра, достигающая 6,5 м/с, в то время как в летние месяцы она снижается до 2,3-4,5 м/с. Важно отметить, что явление суховея в данной местности достаточно редкое – в среднем за апрель-октябрь фиксируется около двух суховейных дней, а иногда их количество может достигать до четырех (Агроклиматический справочник..., 1959).

Что касается теплового режима территории, то он характеризуется весьма выраженной сезонной динамикой. Разнообразие теплового состояния в течение года и вегетационного периода может быть оценено с использованием целого ряда показателей, в том числе среднегодовой температуры, температур самого теплого и холодного месяцев, суммы положительных температур, продолжительности безморозного периода и др. Комплексный анализ этих параметров позволяет получить более полное представление о тепловых условиях исследуемого региона (Кочкин, 1964).

Среднесуточные температуры воздуха и количество осадков за декаду, за месяц, а также отклонение среднемесячных показателей от среднемноголетних в период проведения исследований представлены на таблицах 2.3 и 2.4.

Таблица 2.3 – Среднесуточные температуры воздуха в пгт. Никита в годы исследований, °С

Год	Декада	Месяц											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2019	I	2,9	6,7	6,8	11,2	13,7	23,0	23,0	22,6	23,7	15,3	13,2	6,2
	II	4,8	5,4	7,1	9,0	17,9	26,7	21,4	24,3	20,6	16,2	12,9	8,9
	III	7,0	3,7	6,8	13,3	19,8	24,7	25,0	27,4	15,5	14,4	8,2	8,5
	среднее	4,9	5,3	6,9	11,2	17,1	24,8	23,1	24,8	19,9	15,3	11,4	7,9
	% от среднемноголетней	158	160	130	106	111	125	101	110	108	118	128	143
2020	I	4,8	4,2	11,7	9,5	13,7	19,1	26,5	26,5	23,4	19,6	12,6	6,6
	II	4,6	5,2	7,1	9,9	16,3	22,1	24,9	23,6	23,1	18,5	8,3	8,8
	III	5,4	6,7	9,2	10,9	14,7	24,0	25,1	24,4	20,6	16,7	7,9	7,0
	среднее	4,9	5,4	9,3	10,1	14,9	21,7	25,5	24,8	22,4	18,3	9,6	7,5
	% от среднемноголетней	159	163	176	96	97	109	112	110	122	141	108	136
2021	I	9,1	8,2	4,7	8,4	13,8	16,8	24,1	25,8	19,4	12,5	12,7	9,8
	II	1,7	0,6	5,1	9,2	16,4	19,7	28,7	24,2	19,7	13,7	8,4	8,2
	III	7,3	5,3	5,4	11,1	18,8	23,2	26,1	25,3	14,7	11,7	10,0	4,6
	среднее	6,0	4,7	5,1	9,6	16,3	19,9	26,3	25,1	17,9	12,6	10,4	7,5
	% от среднемноголетней	195	142	96	91	106	100	115	111	97	97	116	137
2022	I	8,0	5,1	2,5	11,0	13,0	23,7	24,6	26,7	21,3	17,5	11,0	7,6
	II	2,2	5,4	0,1	9,9	15,5	23,8	23,5	24,9	20,7	14,2	11,7	8,4
	III	1,8	6,9	7,1	14,4	16,3	21,1	24,7	26,3	17,1	13,8	11,0	7,4
	среднее	4,0	5,8	3,2	11,8	14,9	22,9	24,3	26,0	19,7	15,2	11,2	7,8
	% от среднемноголетней	129	176	61	112	97	115	106	115	107	117	126	142
2023	I	5,8	2,2	7,5	10,0	12,8	19,8	24,8	26,6	23,0	17,4	15,8	9,6
	II	8,0	4,0	8,2	12,0	17,1	20,9	24,0	28,1	21,0	13,2	11,3	7,8
	III	6,3	7,4	7,9	11,4	17,0	22,0	23,7	26,9	22,1	18,0	8,4	8,1
	среднее	6,7	4,5	7,9	11,1	15,6	20,9	24,2	27,2	22,0	16,2	11,8	8,5
	% от среднемноголетней	216	137	148	106	102	105	106	120	120	125	133	155
Среднемесячная температура за весь период, °С		5,3	5,1	6,5	10,7	15,8	22,0	24,7	25,6	20,4	15,5	10,9	7,8
CV среднемесячной за весь период, %		19,9	10,2	36,8	8,3	6,1	8,6	5,0	4,0	9,0	13,1	9,3	5,2
Среднемноголетняя температура (норма), °С		3,1	3,3	5,2	10,3	15,2	19,9	22,8	22,6	18,5	13,1	8,9	5,5
Отклонение среднемесячной за весь период от нормы, %		171	156	122	102	103	111	108	113	111	119	122	142

Таблица 2.4 – Количество осадков в пгт. Никита в годы исследований, мм

Год	Декада	Месяц											
		январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2019	I	50,4	33,1	2,2	0,0	0,0	36,8	10,1	13,7	2,6	4,7	0,7	13,5
	II	34,2	2,5	21,8	43,7	0,6	0,0	10,5	7,8	7,4	0,0	0,0	2,1
	III	5,5	7,7	0,3	0,0	0,3	35,7	0,6	0,8	5,2	1,9	66,3	46,8
	сумма	90,1	43,3	24,3	43,7	0,9	72,5	21,2	22,3	15,2	6,6	67,0	62,4
	% от среднемноголетней	123	68	49	115	3	173	68	72	30	18	108	75
2020	I	13,0	41,2	0,8	0,0	4,0	5,7	0,0	2,7	4,4	18,4	20,7	8,2
	II	0,0	27,0	0,8	8,1	0,0	30,9	2,4	1,3	0,0	0,4	5,6	17,3
	III	12,9	16,8	1,4	0,0	26,5	18,2	5,3	4,7	19,7	16,2	9,4	16,1
	сумма	25,9	85,0	3,0	8,1	30,5	54,8	7,7	8,7	24,1	35,0	35,7	41,6
	% от среднемноголетней	35	133	6	21	92	130	25	28	47	95	58	50
2021	I	13,3	17,9	22,0	25,2	1,1	17,0	42,0	79,7	2,4	1,4	14,0	28,0
	II	35,9	8,7	22,0	15,9	6,0	146,9	0,0	17,9	31,5	3,2	0,3	34,4
	III	50,8	1,0	30,0	0,1	13,1	11,3	17,5	0,0	16,1	8,1	39,6	58,3
	сумма	100,0	27,6	74,0	41,2	20,2	175,2	59,5	97,6	50,0	12,7	53,9	120,7
	% от среднемноголетней	137	43	148	108	61	417	192	315	98	34	87	145
2022	I	4,0	43,2	44,9	7,4	6,8	5,5	18,7	7,7	0,0	17,4	0,5	37,3
	II	5,8	2,8	16,8	26,2	11,4	2,4	1,1	12,4	1,3	1,1	35,2	41,9
	III	19,8	34,3	0,0	7,8	6,3	75,6	2,5	0,3	10,8	0,5	74,1	7,7
	сумма	4,0	5,8	61,7	41,4	24,5	83,5	22,3	20,4	12,1	19,0	109,8	7,8
	% от среднемноголетней	41	125	123	109	74	199	72	66	24	51	177	105
2023	I	18,3	25,6	13,2	7,1	32,2	4,5	10,8	0,0	0,0	0,0	16,2	70,0
	II	3,0	7,3	14,0	14,8	0,5	30,5	1,5	4,4	0,0	14,4	165,3	27,0
	III	10,1	0,6	1,9	28,0	59,6	38,0	8,3	0,5	0,4	21,0	84,3	23,0
	сумма	31,4	33,5	29,1	49,9	92,3	73,0	20,6	4,9	0,4	35,4	265,8	120,0
	% от среднемноголетней	43	52	58	131	280	174	66	16	1	96	429	145
Среднемесечное количество за весь период, мм		55,4	53,9	38,4	36,9	33,7	91,8	26,3	30,8	20,4	21,7	106,4	86,3
CV среднемесечной за весь период, %		65,7	49,8	75,3	44,6	102,7	52,0	74,3	123,7	91,4	60,0	87,5	40,5
Среднемноголетнее количество (норма), мм		73,0	64,0	50,0	38,0	33,0	42,0	31,0	31,0	51,0	37,0	62,0	83,0
Отклонение среднемесечной за весь период от нормы, %		76	84	77	97	102	219	85	99	40	59	172	104

Весна 2019 года в целом отличалась контрастными погодными условиями, с чередованием теплых и холодных периодов, а также неравномерным распределением осадков. Март 2019 года начался с относительно теплой и ветреной погоды в первой и второй декадах, когда среднедекадные температуры превышали норму на 2,3-3,0°C. Однако третья декада месяца была несколько холоднее обычного, со среднедекадной температурой на 0,3°C ниже нормы. Количество осадков в течение месяца сильно варьировало: от значительного дефицита в начале до обильных осадков во второй декаде. В апреле наблюдалось чередование теплых и холодных периодов. Первая и третья декады были относительно теплыми, с превышением средних температур над климатической нормой на 1,6-2,0°C. В то же время вторая декада была холоднее обычного на 1,1°C. Осадки выпадали неравномерно, с экстремальным превышением нормы во второй декаде и их полным отсутствием в первой и третьей декадах. Май 2019 года отличался устойчиво теплой и сухой погодой на протяжении всех трех декад. Среднедекадные температуры превышали норму на 0,7-3,0°C, а количество осадков было существенно ниже климатической нормы.

Летний период 2019 года отличался значительными колебаниями температуры и осадков. В первой декаде июня наблюдалась очень теплая погода с рекордной средней температурой 23,0 °C (на 4,0°C выше нормы) и обильными осадками 36,8 мм, в том числе сильным ливнем 7 июня. Вторая декада июня была необычно жаркой, со средней температурой 26,7°C (на 7,2°C выше нормы) и малым количеством осадков. В третьей декаде температура несколько снизилась, составив 24,7 °C, с осадками 35,7 мм. В июле погода менялась: первая декада была теплой (23,0°C), вторая – прохладной и дождливой (21,4°C), а третья – вновь теплой (25,0°C). Август начался с прохладных условий (22,6 °C), затем наблюдались жаркие и сухие дни со средней температурой 24,3°C во второй декаде. В третьей декаде августа наблюдалась жаркая и суховейно-засушливая погода, с среднесуточной температурой 27,4°C (на 6,0 °C выше нормы) и максимумом 36,8 °C при низкой относительной влажности, осадки составили лишь 0,8 мм.

Осенний период 2019 года был отмечен высокими температурами и преобладанием сухой, ветреной погоды, особенно в первой и второй декадах сентября, когда среднесуточные температуры превышали нормы на 2,3-5°C, при этом осадков выпало значительно меньше, чем обычно. В третьей декаде сентября на фоне атмосферных фронтов наблюдалось похолодание и уменьшение температуры, что привело к средним значениям около 15,5°C, однако данный уровень оставался лишь немного ниже нормы. Октябрь продолжил тенденцию теплой и сухой погоды, со среднесуточными температурами до 20°C, что на 2,7-3,5°C выше нормы, но в его конце произошел резкий переход к более холодным условиям. В начале ноября после прохождения холодного фронта температура воздуха резко снизилась до 5°C, с ночными заморозками, но вскоре под влиянием средиземноморской воздушной массы она повысилась, превысив норму на 8-9°C. В третьей декаде ноября наблюдалась неустойчивая погода с колебаниями температур, где первая половина была холодной и без осадков, а во второй половине температура поднялась до 12,0°C, сопровождая сильные дожди, выпавшие в объеме 66,3 мм.

Весенний период 2020 года характеризовался значительными температурными колебаниями. Первая декада марта отметилась аномально теплой и сухой погодой, с рекордным повышением среднесуточной температуры на 7,9°C выше нормы и минимальным количеством осадков (0,8 мм). В апреле погода колебалась от прохладной в первой половине до теплой во второй, где отмечалась низкая относительная влажность; осадки были скромными, особенно в первой и последней декадах. В мае наблюдались затяжные температурные изменения, с прохладной последней декадой (14,7°C), когда осадки значительно превысили норму (180%).

Лето 2020 года характеризовалось значительными температурными колебаниями и неустойчивостью погодных условий. В начале июня наблюдалась прохладная погода с температурой, ниже нормы, однако уже во второй половине месяца температура существенно увеличилась, установившись на уровне 22,1°C, что на 2,6°C выше нормы, при этом осадки существенно превышали норму. В

июле и августе преобладала жаркая погода: максимальные температуры достигали $34,0^{\circ}\text{C}$, причем температуры продолжали оставаться выше нормы, с общей мягкой влажностью, но осадки оставались скромными, что в целом способствовало созданию аномально теплого и сухого климата на протяжении всего лета.

Осенний период 2020 года характеризовался необычно теплой погодой, особенно в сентябре, где средние температуры превышали норму на $4,0\text{--}4,8^{\circ}\text{C}$, а в начале месяца отмечались максимумы до $31,3^{\circ}\text{C}$. Первая декада октября продолжила тенденцию тепла, с температурами, также выше нормы и осадками, превышающими запланированные значения, однако вскоре климат стал более изменчивым, и в третьей декаде октября наблюдалось появление значительных осадков. С началом ноября климатические условия начали меняться: первые две декады оставались относительно теплыми, но во второй половине месяца погода отошла к более холодным режимам с заморозками и понижением среднесуточных температур до $6\text{--}8^{\circ}\text{C}$. Осадки в этом месяце также носили ограниченный характер, что указывает на смену более влажных и теплых условий осени на более прохладные и дождливые.

Весенний период 2021 года был ознаменован выраженной переменчивостью погодных условий, особенно в апреле, когда значительное влияние оказывали атмосферные фронты южных циклонов. Первая декада апреля характеризовалась холодной и дождливой погодой, где средняя температура составила всего $8,4^{\circ}\text{C}$, что на $0,8^{\circ}\text{C}$ ниже нормы, с обильными осадками в 25,2 мм, что составило 417% от нормы. Вторая декада сохраняла аналогичный прохладный характер с температурой $9,2^{\circ}\text{C}$, также ниже нормы, и осадками, находившимися на 107% от нормы. Однако третья декада апреля была преимущественно прохладной и более сухой, где средняя температура немного поднялась до $11,1^{\circ}\text{C}$, но оставалась ниже нормативных значений. С переходом к маю погодные условия начали изменяться в сторону тепла. Первая декада мая отметилась относительно высокими температурами, достигая $21,8^{\circ}\text{C}$, что на $0,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы, с минимальными осадками. Вторая половина месяца пережила более теплую волну с

максимальными температурами до $27,0^{\circ}\text{C}$ в середине декады, и средней температурой всего периода $16,4^{\circ}\text{C}$, что также выше нормы. Третья декада мая была преимущественно теплой, с температурой воздуха около $18,8^{\circ}\text{C}$, что на $2,0^{\circ}\text{C}$ превышало норму, и хоть осадки выпадали лишь в начале и конце декады, их количество составило 13,1 мм, что соответствует 87% от нормы.

Летний период 2021 года в регионе характеризовался активным чередованием циклонов и антициклонов, что привело к значительным колебаниям температуры и уровню осадков. Первая декада июня была отмечена прохладной и дождливой погодой, средней температурой воздуха на $2,2^{\circ}\text{C}$ ниже нормы и высоким уровнем осадков – 155% от нормы. Во второй декаде июня погода оставалась неустойчивой, но из-за воздействия черноморского циклона отмечены крайне сильные осадки, достигнувшие 133,7 мм. Эти дожди привели к многочисленным природным катастрофам, таким как оползни и затопления. В последующие недели июля погода изменялась. Первая декада июля была теплой и местами жаркой, с максимумами до $31,5^{\circ}\text{C}$ и значительными дождями, в то время как вторая декада отличалась аномально жаркими условиями, с рекордной температурой $28,7^{\circ}\text{C}$, что оказалось значительно выше нормы – на $5,6^{\circ}\text{C}$. Кроме того, вторая декада июля прошла без осадков, что свидетельствует о засушливом характере. В третьей декаде июля наблюдалась жаркая погода с кратковременными грозовыми дождями и средней температурой воздуха $26,1^{\circ}\text{C}$, что на $2,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы. Первая декада августа также была жаркой с сильными осадками, включая ливень с 65,9 мм, в результате чего средняя температура составила $25,8^{\circ}\text{C}$ (на $2,4^{\circ}\text{C}$ выше нормы). Во второй половине августа установилась теплая и сухая погода, с температурой, превышающей норму на $2...7^{\circ}\text{C}$, но осадков в этот период не зафиксировано.

Осень 2021 года была характерна значительными колебаниями температурных режимов и уровней осадков на протяжении сентября и ноября. В первой декаде сентября температура воздуха была ниже нормы на $1,1^{\circ}\text{C}$, а во второй декаде наблюдалось некоторое потепление, средняя температура составила $19,7^{\circ}\text{C}$, что на $1,4^{\circ}\text{C}$ выше нормы, с выпавшими осадками, достигшими

267% от нормы. Третья декада сентября была холоднее средней, со значительными осадками; в октябре продолжалось постепенное похолодание, при этом температуры оставались ниже нормы, хотя во второй и третьей декадах октября наблюдался переход на относительно теплую погоду. Ноябрь отличался более стабильной теплотой, особое тепло ощущалось в первой декаде, где средняя температура на $3,0^{\circ}\text{C}$ превышала норму. Во второй декаде ноября наблюдалась холодная погода с небольшими осадками, где средняя температура составила $8,4^{\circ}\text{C}$, что на $0,5^{\circ}\text{C}$ ниже нормы. В третьей декаде температура поднялась до $10,0^{\circ}\text{C}$ (на $2,0^{\circ}\text{C}$ выше нормы) и сопровождалась сильными ветрами, приводившими к значительному ущербу, с выпавшими осадками в 39,6 мм, что составило 174% от нормы.

Весенний период 2022 года в регионе характеризовался значительными температурными колебаниями и высокой влажностью. Первая декада марта была холодной, с температурами, колеблющимися от $3...5^{\circ}\text{C}$ в начале до $-0,3...+1,6^{\circ}\text{C}$ во второй половине, что сопровождалось обильными осадками, достигшими 44,9 мм (196% от нормы) и снежным покровом высотой 11 см. Вторая декада марта отличалась аномально низкими температурами, среднее значение составило всего $0,1^{\circ}\text{C}$ (на $4,7^{\circ}\text{C}$ ниже нормы), в то время как третья декада представила более высокие температуры до 17°C . Апрель начался с теплой первой декады, где максимумы достигали $22,9^{\circ}\text{C}$, а средняя температура составила $11,0^{\circ}\text{C}$ (на $1,8^{\circ}\text{C}$ выше нормы), хотя осадки были умеренными – 7,4 мм (117% от нормы). Вторая декада апреля оказалась прохладной и дождливой с максимальными температурами до $19,1^{\circ}\text{C}$, тогда как третья декада вновь принесла тепло, с средним значением $14,4^{\circ}\text{C}$ (на $2,7^{\circ}\text{C}$ выше нормы). Первая декада мая также отличалась устойчивой погодой с небольшими осадками, а в третьей декаде мая температура варьировала в пределах $14...16^{\circ}\text{C}$, оставаясь незначительно ниже нормы (на $0,5^{\circ}\text{C}$).

Лето 2022 года характеризовалось значительными колебаниями температуры и уровнем осадков, начиная с жаркого июня. Первая декада июня была очень теплой, с тропической воздушной массой, что повысило среднесуточные

температуры до $32,0^{\circ}\text{C}$, на 9°C выше нормы. Тем не менее, во второй половине декады произошло небольшое похолодание, приведшее к снижению средней температуры до $23,7^{\circ}\text{C}$, при этом осадки составили 5,5 мм. Вторая декада оставалась теплой, но к середине третьей декады погода резко изменилась: температура упала до $17...20^{\circ}\text{C}$ из-за холодного фронта, сопровождавшегося значительными осадками – до 75,6 мм, что в 475% от нормы. В июле погода была менее предсказуемой: первая декада оставалась жаркой (с температурами до 32°C), но в среднем составила $24,6^{\circ}\text{C}$, с осадками 18,7 мм. Вторая декада характеризовалась нормальными температурами около $23,5^{\circ}\text{C}$, однако к концу месяца установилась прохладная погода, с последующими небольшими дождями. Август начался с теплых и жарких дней, с максимальными температурами $31...34^{\circ}\text{C}$, средняя температура составила $26,7^{\circ}\text{C}$, а осадки – 7,7 мм. Вторая декада августа отметилась грозовыми дождями, при этом температура оставалась в пределах нормы, составив $24,9^{\circ}\text{C}$.

Осенний период 2022 года характеризовался значительными температурными колебаниями. В сентябре наблюдалась относительно теплая погода: в первой декаде средняя температура достигала $21,3^{\circ}\text{C}$, а во второй – $20,7^{\circ}\text{C}$, с небольшими осадками. Третья декада сентября начала с прохладной погоды, но затем температуры возросли до $24,3^{\circ}\text{C}$, с осадками в 10,8 мм. В октябре наблюдалось сохранение тепла, особенно в первой декаде, где температура превышала норму на $3-4^{\circ}\text{C}$ и составила в среднем $17,5^{\circ}\text{C}$, с осадками 17,4 мм. Вторая декада октября была преимущественно сухой и теплой, а в третьей декаде на фоне холодного фронта минимальные температуры опускались до $5,0^{\circ}\text{C}$. В первой половине ноября продолжалась теплая погода, однако во второй половине декады атмосферные фронты привели к сильным дождям, которые составили 35,2 мм (134 % от нормы), температура достигала $20,0^{\circ}\text{C}$, в среднем за декаду составила $11,7^{\circ}\text{C}$ (на $2,7^{\circ}\text{C}$ выше нормы). Третья декада ноября также отличалась высокой температурой, которая превышала норму на $3,5^{\circ}\text{C}$, но к концу декады произошло похолодание, когда температура понизилась, а осадки достигли 74,1 мм (349 % от нормы).

Весна 2023 года характеризовалась колебаниями температуры и осадков. В марте температура постепенно повышалась, с максимальными значениями 13,5°C, но в начале месяца не превышала 8,2°C. В среднем за март температура составила 7,5°C (на 2,0°C выше нормы), общие осадки достигли 13,2 мм (76 % от нормы). Во второй декаде марта погода оставалась пасмурной и теплой, со средней температурой 8,2°C (на 2,6°C выше нормы). Третья декада снова была теплой с температурой до 16,4°C, но с заморозками до -5,0°C. В апреле наблюдалась теплая погода, особенно в его первой половине, со средней температурой 10,0°C (на 0,8°C выше нормы) и осадками 7,1 мм. Вторая декада апреля была теплой, с максимальной температурой до 20,2°C. В мае погода начала с низких температур, но затем потеплела, в конце месяца достигнув максимума в 24,2°C. Тем не менее, в первой декаде мая наблюдались значительные осадки – 32,2 мм (365 % от нормы), особенно 9 мая. В третьей декаде мая циклоническая активность привела к обильным дождям, с общими осадками 59,6 мм (406 % от нормы) и средней температурой 17,0°C (на 0,7°C ниже нормы).

Летний период 2023 года характеризовался контрастными погодными условиями, сочетая теплые и прохладные фазы, а также значительными отклонениями в количестве осадков по сравнению с нормой. Июнь начался с относительно теплых температур, однако к концу месяца наблюдались волны похолодания и сильные дожди, в результате чего общий уровень осадков составил 73,0 мм – более чем в два раза превышая норму. Температурные показатели в течение месяца в целом оставались близкими к климатической норме, с средней температурой 20,9°C. Июль продолжил тенденцию жары, с максимальными температурами, достигающими 33,0°C, особенно в первой декаде, когда средняя температура была на 1,5°C выше нормы. Однако в третьей декаде месяца наблюдалось значительное охлаждение, что привело к температуре 20,4°C. Август был под сильным влиянием тропических воздушных масс, в результате чего средняя температура увеличилась до 27,2°C, а максимальная достигла рекорда 37,0°C. Осадков в августе выпало лишь 4,9 мм.

Осень 2023 года на исследуемой территории была отмечена заметными климатическими аномалиями, проявившимися в значительном преобладании высоких температур в сентябре и октябре, что негативно отразилось на состоянии растительности из-за дефицита осадков. Сентябрь показал аномально высокие температуры, превышающие норму на 2,4-4,4°C, с среднемесячной температурой 22,0°C и почти полным отсутствием осадков (0,4 мм). В октябре наблюдались контрастные температурные условия: в первой и третьей декадах были зафиксированы новые рекорды, со среднемесячной температурой 16,2°C, а осадки составили 35,4 мм. Ноябрь же стал чрезвычайно дождливым – количество осадков достигло 265,8 мм, что связано с усиленной циклонической активностью, а средняя температура воздуха составила 11,8°C. Устойчивый переход минимальных температур ниже 15°C зафиксирован в первой декаде октября, а понижение ниже 5°C произошло во второй декаде ноября.

Таким образом, природно-климатические условия Южного берега Крыма, в частности Никитского ботанического сада, отличаются ярко выраженными субтропическими чертами, что оказывает определяющее влияние на биологические особенности и адаптационные возможности интродуцированных в данном регионе растений.

Глава 3 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *AERVA LANATA* JUSS. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Изучение жизненного цикла, сезонной динамики роста и развития, а также особенностей цветения и плодоношения *Aerva lanata* является ключевым аспектом комплексного исследования, направленного на оценку его адаптационного потенциала при интродукции. Южный берег Крыма характеризуется уникальными климатическими и почвенными условиями, которые могут оказывать значительное влияние на биологические особенности видов, происходящих из других экосистем (Коростылев, Новицкий, 2022).

Понимание процесса генеративного размножения *Aerva lanata*, включая его цветение, плодоношение, биологию семян, а также исследование механизмов вегетативного размножения вида имеют важное значение для оценки его жизнеспособности в новых условиях. Выявление оптимальных методов размножения и условий для нормального роста и развития *Aerva lanata* может способствовать увеличению продуктивности и улучшению качества надземной фитомассы как источника лекарственного сырья. Полученные данные имеют ключевое значение при разработке практических рекомендаций по выращиванию вида в культуре.

3.1 Описание жизненного цикла

Изучение онтогенеза интродуцентов, то есть индивидуального развития растений от момента прорастания семени до естественного отмирания, представляет собой фундаментальную задачу современной ботаники, экологии и интродукционной биологии. Онтогенетический подход позволяет не только понять закономерности роста и развития растений в новых условиях, но и оценить их адаптационный потенциал, устойчивость к стрессовым факторам и

возможность успешной интеграции в новые экосистемы. Это особенно важно в условиях глобальных изменений климата и усиления антропогенного воздействия на природу.

Онтогенез интродуцентов отражает их способность адаптироваться к новым экологическим условиям, которые могут значительно отличаться от условий их естественного ареала. Изучение этапов развития (от семени до взрослого растения) позволяет выявить ключевые моменты, когда растение наиболее уязвимо или, наоборот, демонстрирует высокую устойчивость. Это важно для прогнозирования успешности интродукции и разработки мер по поддержке растений на критических этапах.

Выявленные нами критерии возрастных состояний *Aerva lanata* позволили выделить три основных возрастных периода в цикле развития растений: латентный, прегенеративный и генеративный (Коростылев, 2021).

Латентный период (se) онтогенеза, представляющий собой интервал времени от момента созревания семян до их окончательного прорастания, является важным этапом в жизненном цикле растений. Данный период служит своего рода защитным механизмом, обеспечивающим семенам возможность адаптироваться к окружающей среде и условиям, в которых они находятся, прежде чем начать активно развиваться.

Семена *Aerva lanata* имеют характерные морфологические особенности, которые в значительной степени могут влиять на их способность к прорастанию. Они мелкие, твердые размером около 0,5-0,7 мм, обладающие бобовидной формой и ярко выраженным блеском, что свидетельствует о наличии защитных оболочек (рисунок 3.1). Цвет семян варьируется, но он обычно представляет собой глубокий черный оттенок. Интересным аспектом является то, что масса 1000 семян *Aerva lanata* составляет всего лишь $0,097 \pm 0,006$ г. Такая легкость позволяет семенам перемещаться с помощью ветра или воды, что способствует их распространению на большие расстояния.

В контролируемых лабораторных условиях, где соблюдаются переменные температуры в диапазоне от 20 до 30°C, семена *Aerva lanata* начинают прорастать

при наличии света примерно на шестой день. Этот процесс очень важен, так как температура и свет являются ключевыми факторами, влияющими на активацию метаболической активности в семенах и запуск процесса прорастания. При этом, согласно наблюдениям, энергия прорастания для *Aerva lanata* составляет $11,0 \pm 2,5\%$, что указывает на определенный уровень жизнеспособности семян в условиях, оптимально подходящих для их прорастания.

Кроме того, всхожесть семян *Aerva lanata* в указанных условиях достигает $59,0 \pm 4,3\%$, что также является показателем их жизнеспособности и способности к успешному развитию. Этот уровень всхожести подразумевает, что менее половины семян, несмотря на благоприятные условия, могут не прорасти, что может быть связано как с особенностями структуры семян, так и с генетическими факторами, влияющими на их жизнеспособность и потенциальный рост. Латентный этап обеспечивает долговременное сохранение генетического разнообразия популяции, что способствует устойчивости экосистем в условиях изменяющегося климата.

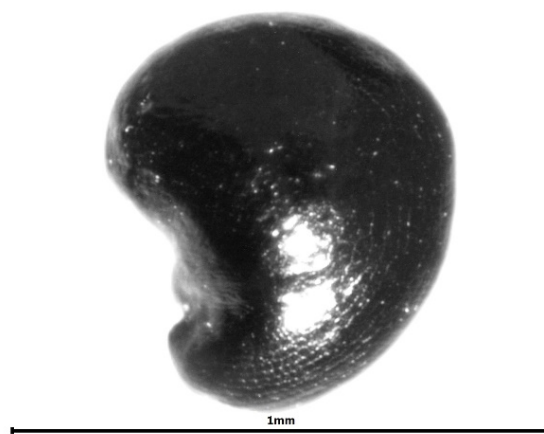


Рисунок 3.1 – Семя *Aerva lanata* Juss.

С момента появления всходов и до начала генеративной фазы роста, растения *Aerva lanata* проходят важный этап, называемый прегенеративным периодом своего развития. Этот этап играет существенно значимую роль в онтогенезе, так как именно в этот промежуток времени сеянцы адаптируются и

готовятся к переходу к следующей, более сложной стадии своей жизнедеятельности, когда они начинают воспроизводить потомство через образование цветков и семян.

В прегенеративном периоде сеянец претерпевает ряд последовательных морфологических изменений, представляющих собой важные трансформации, при которых он становится все более похожим на взрослое растение. В течение этого периода выделены несколько состояний: проростки, ювенильный, имматурный и виргинильный периоды.

Этап проростков (р) онтогенеза *Aerva lanata* представляет собой критический период, в течение которого растение переходит от гетеротрофного питания (за счет запасов семени) к автотрофному (фотосинтез). Этот этап характеризуется активным формированием первичных органов (корня, стебля и листьев), установлением фотосинтетического аппарата и развитием адаптаций к условиям окружающей среды.

Проростки *Aerva lanata* имеют небольшие размеры и характерную лопастевидную форму. В их характеристиках можно выделить следующие параметры: длина проростков составляет примерно 2,0 мм, а ширина достигает 1,0 мм. Эти лопастевидные и черешковые структуры обладают светло-зеленым цветом, что характерно для молодых растений, находящихся на начальных стадиях своего развития. Семядоли *Aerva lanata* небольшие, округлой или овальной формы, зеленые. Они обеспечивают начальный фотосинтез и поддержку роста проростка до появления настоящих листьев. Подсемядольное колено (гипокотиль) вытягивается, вынося семядоли на поверхность почвы. Гипокотиль белого цвета и имеет длину всего 0,4 мм.

Зародышевый корешок развивается в первичный корень, который формирует стержневую корневую систему, достигающую длины около 1 см. Это значение, хотя и небольшое, позволяет растению начинать процесс закрепления в почве и получения необходимых для дальнейшего роста ресурсов, таких как вода и питательные вещества. Стержневая корневая система также способствует

формированию устойчивости проростка, что особенно важно на первых этапах его жизнедеятельности (рисунок 3.2).

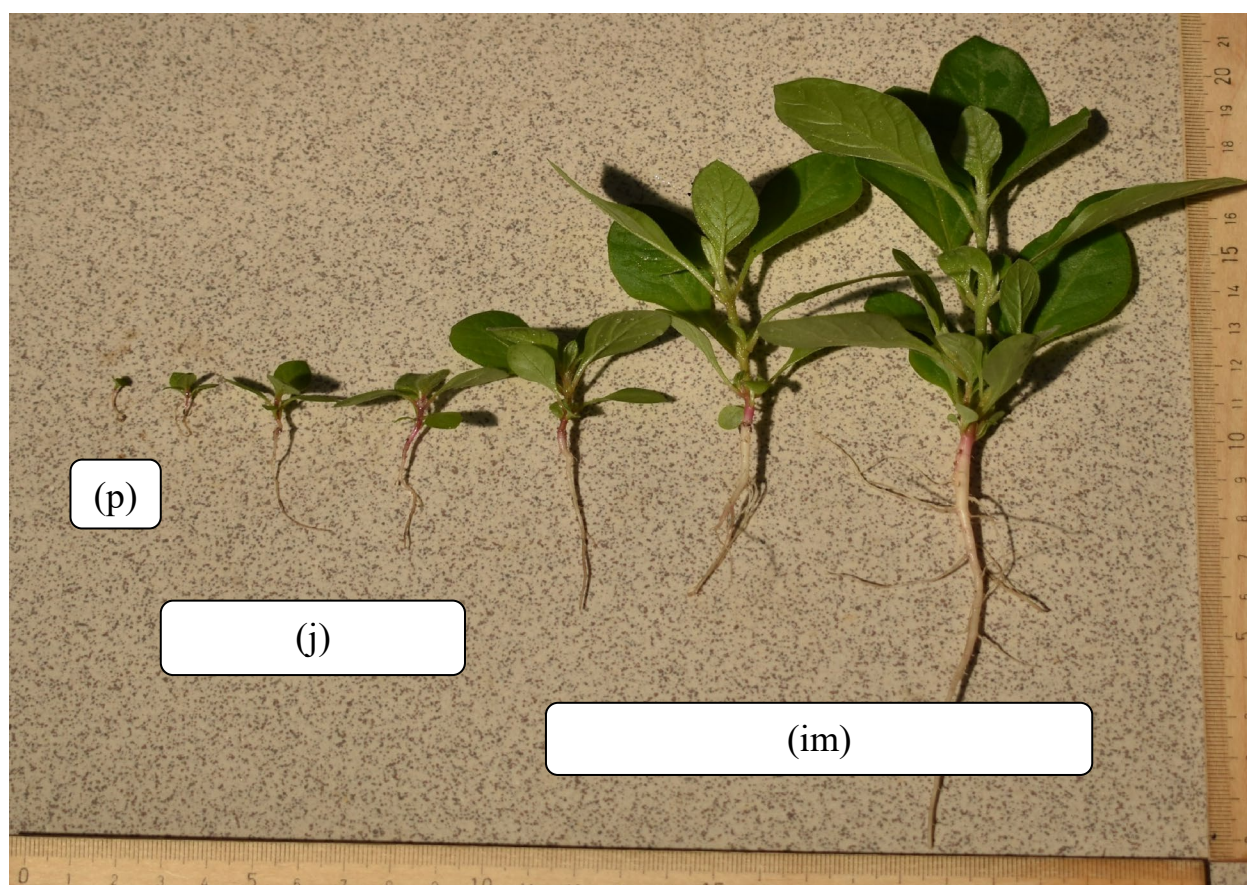


Рисунок 3.2 – Начальные стадии онтогенеза *Aerva lanata* Juss.

Посев семян на опытном участке, в соответствии рекомендациями по интродукционному изучению ароматических и лекарственных растений, проводился во второй декаде мая. Методика высадки включала поверхностное размещение семян с дальнейшим прикатыванием, что способствовало более лучшему контакту семян с почвой и, как следствие, увеличивало шансы на успешное прорастание. В среднем, всходы начинают появляться через 14 дней после посева, однако этот период может варьироваться в зависимости от погодных условий конкретного года: всходы могут появляться в течение 10-22 дней. Это подчеркивает значимость климатических факторов в процессе прорастания семян.

Процесс прорастания семян *Aerva lanata* начинается с момента, когда они попадают в благоприятные условия. При достаточном уровне влаги семена интенсивно вбирают воду, что приводит к их набуханию. В результате этого набухания зародыш начинает увеличиваться в размерах, и, как следствие, оболочка семени не выдерживает давления, лопается, что позволяет зародышу выйти наружу. На начальном этапе прорастания первым делом появляется корешок, который начинает углубляться в почву, затем возникают округлые семядольные листочки.

Ювенильная стадия (j) жизненного цикла *Aerva lanata* начинается с важного момента, а именно с появления первой пары настоящих листьев. Этот этап символизирует переход от начальной фазы прорастания к более зрелому состоянию, в ходе которого продолжается формирование вегетативной структуры растения. Первоначально, первый настоящий лист имеет простую, ланцетную форму и достигает длины около 0,8 см, а его ширина составляет приблизительно 0,2 см. Эти параметры свидетельствуют о том, что лист находится на ранних стадиях развития, однако уже демонстрирует характерные черты, присущие более взрослым особям.

Важно отметить, что листья располагаются супротивно. Эта форма организации листьев способствует оптимизации процесса фотосинтеза, так как обеспечивает лучшую освещенность каждого отдельного листа и минимизирует затенение, особенно в условиях конкуренции с другими растениями.

Корневая система на данном этапе начинает активно развиваться, проникая в почву на глубину от 1,8 до 2,0 см. Это важно, поскольку углубление корней позволяет растению получать доступ к воде и минералам, необходимые для дальнейшего роста и развития. Прочные корни также способствуют устойчивости растения к неблагоприятным условиям, таким как ветер и дождь, что критически важно на ранних стадиях роста.

Спустя порядка трех недель после появления всходов наступает важный момент в развитии *Aerva lanata*: основная почка начинает активно расти. В этот период на стебле появляются первые междоузлия длиной от 0,5 до 0,8 см. Эти

междоузлия играют ключевую роль в формировании структуры растения, позволяя ему увеличивать свою высоту и пространственные размеры. Одновременно с развитием междоузлий, первая пара листьев оказывается на высоте от 1,0 до 1,5 см над уровнем почвы, что говорит о значительном прогрессе в их развитии.

Согласно наблюдениям, корень продолжает углубление в почву, достигая длины 3,0 см, что является свидетельством успешного формирования корневой системы. Такое развитие корней важно для устойчивости всего растения и его способности к абсорбции необходимых ресурсов из почвы, что, в свою очередь, способствует успешной адаптации к окружающей среде и росту в условиях конкуренции.

Ювенильная стадия *Aerva lanata* представляет собой критический период, в течение которого происходит быстрое физиологическое и морфологическое развитие растения. Это время формирует фундамент для последующих этапов роста и развития, поэтому молодые растения активно нуждаются в почвенной влаге. Понимание процессов, происходящих на этой стадии, имеет важное значение как для ботанических исследований, так и для практического применения в области растениеводства.

Имматурное состояние (im) представляет собой важный этап в онтогенезе *Aerva lanata*, который характеризуется заметными изменениями в морфологии растения. В этот период происходит отмирание семядольных листочков, что является естественным процессом, свидетельствующим о переходе на более высокий уровень развития. Этот этап играет стратегическую роль в процессе адаптации, так как семядольные листочки, хоть и выполняют важные функции в начальных этапах жизни, заменяются настоящими листьями, которые более эффективно справляются с задачами фотосинтеза и углеродного обмена.

Одним из наиболее характерных особенностей имматурного состояния является активное развитие листового аппарата. В этом периоде наблюдается переходная форма листовой пластины, которая изменяет свою структуру и размер, становясь более сложной и функциональной. К этому времени растение

уже формирует от 3 до 4 пар настоящих листьев, что позволяет значительно повысить эффективность фотосинтетического процесса.

Рост побега в данном состоянии составляет от 4,0 до 6,0 см. Этот рост важен, так как он является индикатором общего вегетативного развития и жизнеспособности растения. Такие размеры побега обеспечивают необходимую высоту для получения солнечного света, что критически важно для успешного роста и развития.

Корневая система имматурного растения также активно развивается. Она остается стержневой, что означает, что главный корень углубляется в почву на 10 см, помогая растению закрепиться и обеспечивать его необходимыми питательными веществами и влагой. Цвет корня светло-коричневый. Кроме того, на этом этапе наблюдается появление придаточных корней, которые играют важную роль в увеличении площади поглощения воды и минералов, существенно улучшая адаптацию растения к почвенным условиям. Эти придаточные корни помогают увеличить стабильность растения и дополнительный доступ к ресурсам, необходимым для продолжительного и здорового роста.

Имматурное состояние *Aerva lanata* представляет собой важный этап, характеризующийся заметными физиологическими и морфологическими изменениями. Понимание этих процессов критически важно, поэтому для оптимального роста и развития молодые растения все еще активно нуждаются в почвенной влаге. В связи с неодновременностью прорастания семян всходы могут содержать разновозрастные растения (рисунок 3.2).

Виргинильный период (v) представляет собой еще один значимый этап в развитии *Aerva lanata*, который характеризуется активным увеличением роста растения в высоту и интенсивным накоплением запасных пластических веществ. Эти вещества играют исключительно важную роль в подготовке растения к переходу на следующую стадию его жизненного цикла – генеративную фазу. В ходе данного периода происходит не только вертикальный рост, но и развитие всех вегетативных органов растения, что делает данный этап ключевым для обеспечения дальнейшего успешного размножения (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Виргинильный период *Aerva lanata* Juss.

На этом этапе активно наблюдается рост боковых побегов, что приводит к значительно более плотной и разветвленной структуре растения. Боковые побеги способствуют созданию густой зеленой массы, что, в свою очередь, увеличивает площадь фотосинтеза и позволяет растению более эффективно захватывать солнечную энергию. Это особенно важно в условиях конкуренции с другими растениями, поскольку придает *Aerva lanata* преимущество в борьбе за свет и питательные вещества.

Уже через декаду растения достигают высоты от 15 до 22 см и диаметра от 19 до 25 см. Это заметный рост, который подчеркивает эффективность процессов, происходящих в растении в это время. Одним из наиболее заметных аспектов виргинильного периода является то, что растения значительно увеличиваются в размерах во всех отношениях. Это касается не только высоты и диаметра, но и общей массы всех органов – побегов, листьев и корней. Более крупные размеры частей растения играют важную роль в его способности адаптироваться к окружающей среде. Более того, они способствуют накоплению веществ, необходимых для последующих процессов жизнедеятельности, таких как цветение, образование семян и их прорастание.

Генеративная стадия (g) онтогенеза *Aerva lanata* представляет собой период, когда растение переходит к репродуктивной фазе, формируя цветки, плоды и семена. Этот этап является кульминацией жизненного цикла растения и обеспечивает его размножение и распространение. Генеративная стадия характеризуется значительными морфологическими и физиологическими изменениями, которые направлены на успешное осуществление процессов цветения, опыления, оплодотворения и формирования семян.

Генеративный период представляет собой важную стадию жизненного цикла *Aerva lanata*, в которую входят как молодые генеративные экземпляры, так и средневозрастные растения. В начале генеративного периода главный побег растений достигает высоты от 25 до 29 см. В это время корень развивает свои параметры, длина которого колеблется от 14 до 19 см, а диаметр составляет 12-15 см. Эти размеры свидетельствуют о повышении устойчивости растения и его способности к усвоению питательных веществ и влаги, что особенно важно в условиях активного цветения.

Цветение *Aerva lanata* начинается в первой декаде августа. Каждый побег может иметь от 20 до 150 бутонов, что свидетельствует о высокой репродуктивной способности и потенциальной продуктивности вида. Обильное цветение наблюдается в середине августа и продолжается до середины сентября. Во время активного цветения растения *Aerva lanata* могут достигать высоты до 115 см, что является заметным увеличением по сравнению с предыдущими стадиями. В это время также наблюдается интенсивный рост боковых побегов, количество которых варьируется от 6 до 15 штук на каждое растение, длина которых может достигать 60 см. Побеги этого вида формируют моноподиальный тип ветвления, что способствует созданию упорядоченной и устойчивой структуры растения (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Генеративный период развития растений *Aerva lanata* Juss.

Листья на данном этапе имеют характерные розеточные формы: они простые, цельнокрайние, заостренные и яйцевидные, с выраженной заостренностью к верхушке. Короткие промежутки в основном, среднем и верхнем ярусах стебля имеют длину от 1,6 до 2,0 см. В этих же ярусах стеблевые листья могут достигать длины от 2,6 до 3,8 см и ширины от 1,3 до 1,6 см. Такие характеристики листьев обуславливают их эффективность в фотосинтезе, что критически важно для обеспечения энергии растения в период активного роста и цветения.

Корневая система зрелого растения относительно неглубокая. В это время глубина корня достигает 30 см. Тем не менее, корень остается крупным и мощным, способен образовывать боковые корни 3-4 порядка, что дополнительно улучшает его способность к поглощению воды и питательных веществ из почвы.

Что касается цветков, они характеризуются мелкими размерами и невзрачным внешним видом, пятичленные, с простым пленчатым околоцветником, имеющим беловатый или кремовый оттенок, а также легкий зеленоватый налет. Цветки собраны в многочисленные плотные соцветия,

которые располагаются в пазухах листьев и имеют длину от 0,86 до 1,05 см и ширину от 0,23 до 0,26 см. Цветки раскрываются последовательно, начиная с нижних частей соцветия.

После оплодотворения завязь развивается в плод – односемянную коробочку, окруженную сухим околоцветником. Семена созревают в течение нескольких недель и готовы к распространению. Семена *Aerva lanata* распространяются ветром или водой благодаря легкому весу и наличию приспособлений для переноса.

Понижение среднесуточных температур воздуха, которое наблюдается в осенний период, приводит к тому, что растения замедляют свой рост. При переходе среднесуточных температур ниже +15°C рост растений приостанавливается. Понижение температуры ниже +5°C приводит к отмиранию надземных и подземных органов.

Таким образом, *Aerva lanata* в условиях Южного берега Крыма проходит полный цикл развития и завершает свой жизненный цикл плодоношением, что является надежным показателем адаптации к новым условиям. По результатам проведенных исследований установлено, что *Aerva lanata* с успехом может культивироваться в условиях Южного берега Крыма по типу однолетней культуры в открытом грунте и по многолетнему типу в защищенном. Условия защищенного грунта позволяют сохранять жизненную форму этого вида – многолетнего травянистого растения.

3.2 Сезонная динамика роста и развития

Изучение сезонной динамики роста и развития интродуцентов является одной из ключевых задач современной ботаники, экологии и интродукционной биологии. Интродуценты, или виды растений, целенаправленно или случайно перемещенные за пределы их естественного ареала, играют значительную роль в формировании биоразнообразия, устойчивости экосистем и адаптации к

изменяющимся климатическим условиям. Анализ их сезонной динамики позволяет не только понять механизмы адаптации к новым условиям, но и прогнозировать их поведение в условиях глобальных изменений окружающей среды (Shevchuk et al., 2024).

Ввиду того, что *A. lanata* является растением тропического происхождения, сроки посева семян определялись периодом, когда минимальные среднесуточные температуры воздуха не опускались ниже $+15^{\circ}\text{C}$. В связи с ежегодными температурными колебаниями эти сроки из года в год приходились на разное время: конец весеннего периода или начало летнего. Так в 2019 году посев семян осуществлялся во II декаде мая, 2020 – в I декаде июня, 2021 – в III декаде мая, 2022 – в I декаде июня, 2023 – во II декаде мая (Приложение А, таблица А1-А3). Установлено, что в условиях открытого грунта в среднем за 5 лет исследований начало появления всходов отмечено спустя $12,8 \pm 1,7$ дней, а массовые всходы наблюдались на $25,2 \pm 3,0$ день. Важным показателем для этого физиологического процесса является сумма эффективных температур больше 15°C , накопленная с момента посева семян. В открытом грунте за этот период она составила $151,9 \pm 14,1^{\circ}\text{C}$. При этом сумма активных температур выше 10°C составила $530,0 \pm 47,0^{\circ}\text{C}$. В условиях защищенного грунта при посеве семян в те же сроки начало появления всходов отмечалось на $9,0 \pm 0,6$ день, а массовые всходы – на $15,0 \pm 0,8$ день. Сумма эффективных температур составила $116,1 \pm 18,1^{\circ}\text{C}$, активных – $341,0 \pm 24,9^{\circ}\text{C}$ соответственно.

Продолжительность основных фенологических фаз в годы исследований представлены на рисунке 3.5.

Спустя $17,2 \pm 2,1$ дня в открытом грунте наступает фаза вегетативного роста растений. За межфазный период накапливается $156,8 \pm 15,5^{\circ}\text{C}$ эффективных температур. К этому времени растения достигают высоты в диапазоне 11,5–13,7 см. Сумма активных температур для наступления фазы составила $944,0 \pm 9,1^{\circ}\text{C}$. Межфазный период массовые всходы – вегетативный рост в условиях защищенного грунта был продолжительнее в 1,4 раза по сравнению с открытым. Фаза вегетативного роста отмечалась лишь спустя $24,8 \pm 2,0$ дня.

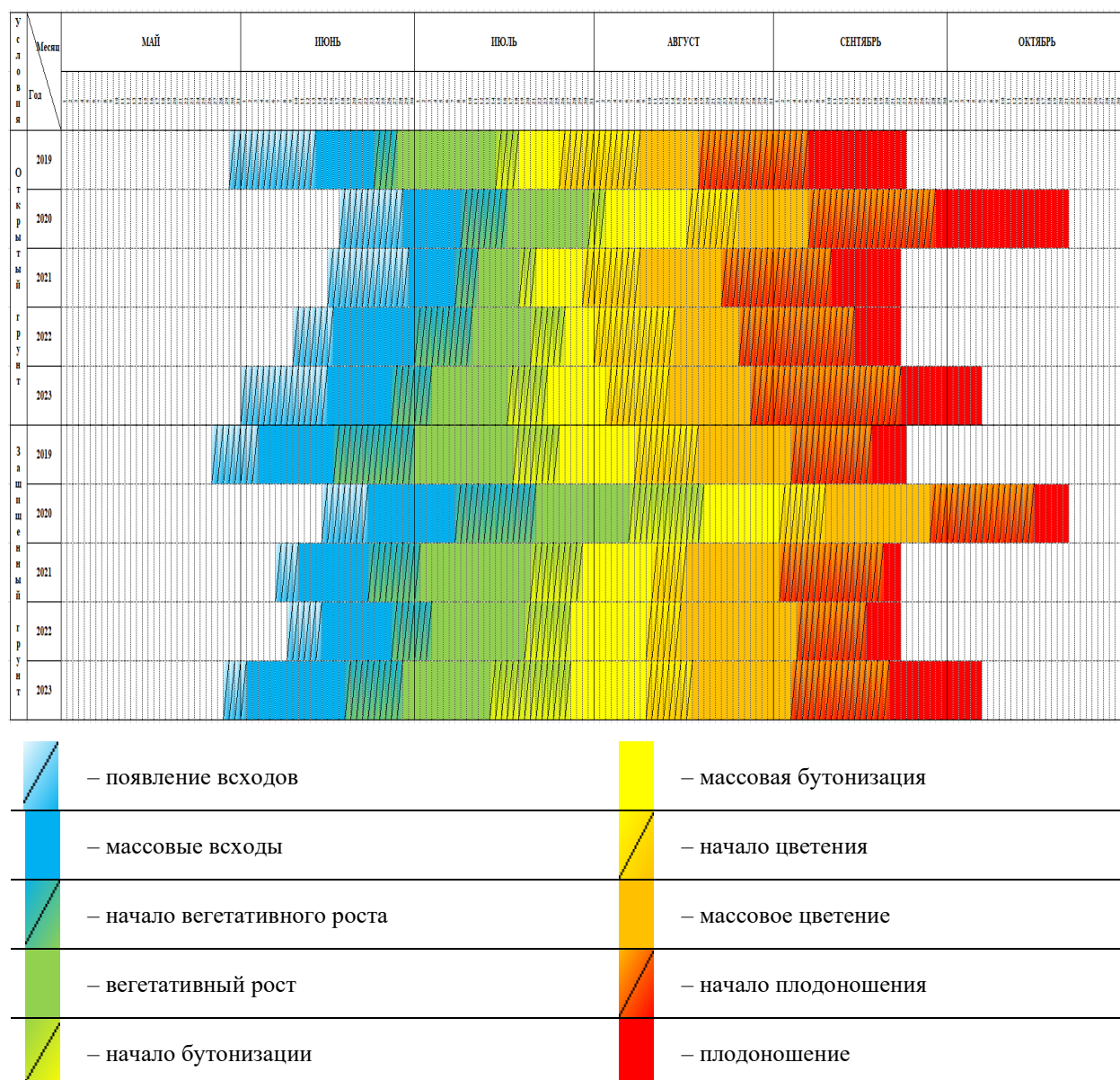


Рисунок 3.5 – Фенологический спектр *Aerva lanata* Juss. в условиях открытого и защищенного грунта (2019-2023 гг.)

За этот период накапливалось $234,0 \pm 44,5^{\circ}\text{C}$ эффективных температур, а количество активных температур для вступления в фазу составила $859,0 \pm 121,4^{\circ}\text{C}$. Несмотря на более растянутый межфазный период растения в защищенном грунте были значительно ниже по высоте (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Эколого-биологическая характеристика *Aerva lanata* Juss.
(средние значения за 2019-2023 гг.)

Фенологическая фаза	Условия культивирования							
	открытый грунт				защищенный грунт			
	календарный период	Н, см	СЭТ, °С	САТ, °С	календарный период	Н, см	СЭТ, °С	САТ, °С
Всходы	III-я декада июня	<1	152	530	II-я декада июня	<1	116	341
Вегетативный рост	II-я декада июля	11,5–13,7	309	944	II-я декада июля	5,2–9,0	350	859
Бутонизация	III-я декада июля	25,3–29,1	466	1353	I-я декада августа	18,1–23,3	670	1660
Массовое цветение	II-я декада августа	56,1–61,3	674	1867	III-я декада августа	36,3–47,7	906	2205
Массовое плодоношение	I-я декада сентября	75,3–82,5	904	2434	II-я декада сентября	50,0–62,8	1163	2858

Условные обозначения: Н – высота растений, СЭТ – сумма эффективных температур (>15°C) нарастающим итогом с момента посева, САТ – сумма активных температур (>10°C) нарастающим итогом с момента посева

Следующий этап развития – фаза бутонизации, которая в условиях открытого грунта наступает в третьей декаде июля или спустя $16,8 \pm 1,9$ дней с момента активного вегетативного роста. К тому времени накапливается $1353,0 \pm 37,7^\circ\text{C}$ активных температур, а количество эффективного тепла за межфазный период составляет $156,8 \pm 11,0^\circ\text{C}$. Продолжительность фазы вегетативного роста в условиях защищенного грунта была в 1,6 раз выше и составила $27,0 \pm 1,0$ дня. Для вступления в фазу бутонизации в первой декаде августа понадобилось $1660,0 \pm 83,3^\circ\text{C}$ активного тепла. Количество эффективного тепла за межфазный период составило $319,8 \pm 33,6^\circ\text{C}$, что в 2 раза больше, чем в

условиях открытого грунта. Несмотря на это, растения значительно уступали по высоте.

Согласно проведенным исследованиям, было установлено, что для наступления фазы массового цветения во второй декаде августа в открытом грунте необходимо в среднем $1867,0 \pm 49,2^\circ\text{C}$ активных температур. К этому времени накапливается порядка 674°C эффективного тепла, а растения достигают 56,1-61,3 см в высоту. С момента появления массовых всходов до наступления массового цветения в среднем проходит $54,4 \pm 3,6$ дня. Плодоношение же приходится на первую декаду сентября. Для вступления в фазу необходимо $2434,0 \pm 47,5^\circ\text{C}$ активного тепла или 904°C эффективного. Растения достигают 75,3-82,5 см в высоту.

Необходимо отметить, что окончанием вегетации *Aerva lanata* можно считать период, когда минимальные среднесуточные температуры воздуха опускаются ниже отметки $+15^\circ\text{C}$. В это время рост растений практически приостанавливается, а при дальнейшем понижении температуры воздуха, в частности ниже $+5^\circ\text{C}$, растения погибают (рисунок 3.6). В среднем, период вегетации (от массовых всходов до наступления неблагоприятных условий) составляет $101,6 \pm 5,4$ дня. За это время вид проходит полный цикл развития и формирует полноценные семена.

В условиях защищенного грунта с момента появления массовых всходов до наступления массового цветения в среднем проходит $72,0 \pm 3,4$ дня, что в 1,3 раза дольше по сравнению с открытым грунтом. Растения к этому времени достигают 36,3-47,7 см в высоту. Массовое цветение приходится на третью декаду августа. Для ее наступления необходимо в среднем $2205,0 \pm 92,4^\circ\text{C}$ активных температур или порядка 906°C эффективного тепла. Плодоношение же приходится на вторую декаду сентября. Для вступления в фазу необходимо $2858,0 \pm 98,7^\circ\text{C}$ активного тепла или порядка 1163°C эффективного. Растения достигают 50,0-62,8 см в высоту. В среднем, период вегетации (от массовых всходов до наступления неблагоприятных условий) составляет $111,8 \pm 5,1$ дня.

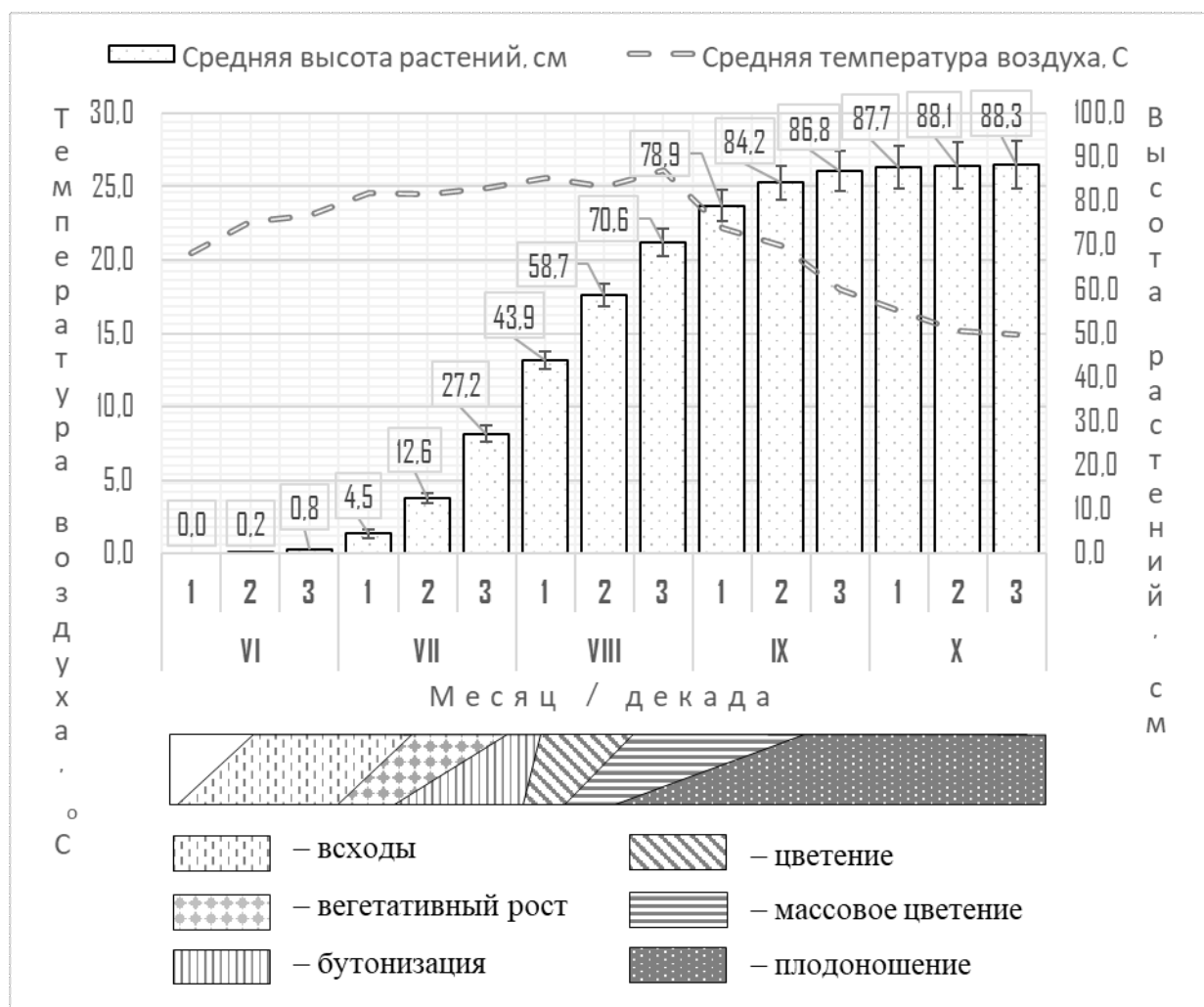


Рисунок 3.6 – Динамика роста и феноспектр *Aerva lanata* Juss. в открытом грунте (средние значения за 2019-2023 гг.)

Несмотря на разницу в сроках наступления фенологических фаз, их продолжительности, а также общее количество тепла, необходимое для их прохождения, вид успешно проходит все фазы развития как в условиях защищенного грунта, так и в условиях открытого. При этом условия последнего позволяют сократить сроки наступления фазы массового цветения. Немаловажной особенностью также является значительная разница по высоте растений к концу вегетации, что может свидетельствовать о возможности получения потенциально большего выхода свежесобранной надземной массы, которая и является лекарственным сырьем.

На основании вышесказанного, можно отметить, что *Aerva lanata* демонстрирует высокую степень адаптивности и успешно завершает полный цикл развития в условиях открытого грунта, что подтверждает принципиальную возможность и целесообразность ее культивирования с целью получения лекарственного сырья.

3.3 Особенности цветения и плодоношения

Особенности цветения и плодоношения интродуцентов является важным направлением исследований в ботанике, экологии и интродукционной биологии. Эти процессы играют ключевую роль в жизненном цикле растений, определяя их репродуктивный успех, способность к распространению и интеграцию в новые экосистемы. Для интродуцентов, перемещенных за пределы их естественного ареала, цветение и плодоношение становятся критическими этапами, которые могут как способствовать их успешной адаптации, так и создавать риски для местных экосистем. Поэтому исследование этих процессов имеет как теоретическое, так и практическое значение. Изучение цветения и плодоношения интродуцентов вносит вклад в понимание общих закономерностей репродуктивной биологии растений. Это позволяет расширить теоретическую базу экологии, эволюционной биологии и фитоценологии, а также разработать новые подходы к управлению растительными ресурсами.

Цветение и плодоношение являются ключевыми процессами в жизни высших растений, обеспечивающими воспроизводство и распространение видов. Для *Aerva lanata* эти процессы играют особую роль, так как они определяют не только жизненный цикл данного вида, но и его адаптацию к различным экосистемам.

В процессе исследования ботанических характеристик *Aerva lanata*, особое внимание уделено структуре цветков данного растения, которые формируют плотные колосковидные соцветия. Эти соцветия представляют собой

своеобразные группировки цветков, расположенных близко друг к другу. В среднем, длина этих соцветий составляет 1,10 см, в то время как ширина достигает 0,24 см (таблица 3.2). Такие размеры соцветий указывают на их компактное строение, что характерно для многих представителей рода *Aerva*.

Таблица 3.2 – Морфометрические особенности генеративных органов
Aerva lanata Juss. (средние значения за 2020-2022 гг.)

Статические характеристики	Длина соцветия, см	Диаметр соцветия, см	Число цветков в соцветии, шт.	Число соцветий на побеге, шт.
$X \pm m$	$1,10 \pm 0,17$	$0,24 \pm 0,04$	$64,38 \pm 9,12$	$73,82 \pm 15,41$
min-max	0,5-2,1	0,2-0,3	28,0-112,0	14,0-142,0
V, %	34,79	22,71	33,41	51,49

Однако стоит отметить, что наблюдается высокий коэффициент вариации как в длине, так и в ширине соцветий, который составляет 34,79% для длины и 22,71% для ширины. Это свидетельствует о значительном разнообразии в размерах соцветий (рисунок 3.7).

Анализируя морфологические особенности цветков *Aerva lanata*, следует обратить внимание на их скромные и мелкие размеры, которые делают их менее заметными в общем фоне растительности. Каждый цветок имеет под собой кроющий листок, обеспечивающий некоторую защиту, а также два ряжа прицветников, которые играют роль в формировании соцветия и креплении цветка на побеге. Околоцветник представлен беловато-зеленоватыми листочками, которые имеют простую, сухую и пленчатую структуру. Это делает цветок достаточно устойчивым к внешним условиям, что может быть значительным преимуществом для выживания растения в естественной среде. К числу ключевых особенностей этого цветка относится наличие пяти тычинок, которые у основания срослись в пленчатую трубочку (Коростылев, 2021).



Рисунок 3.7 – Верхняя часть побега *Aerva lanata* Juss. в фазу цветения

Эта трубочка обрамляет завязь, что позволяет обеспечить более эффективное опыление цветка. Пыльники тычинок имеют двугнездную структуру, что указывает на их способность производить достаточное количество пыльцы, необходимое для успешного опыления. Что касается пестика, то его хвостовая часть составлена из верхней завязи, длинного столбика и двулопастного рыльца. Структурная организация пестика весьма важна, так как именно она способствует более эффективному захвату пыльцы, что в свою очередь увеличивает шансы на успешное оплодотворение. В среднем в одном соцветии наблюдается около 64,38 цветков, что свидетельствует о высокой продуктивности и потенциале данного вида в процессе размножения.

Учитывая подсчет численности соцветий на каждом побеге, следует отметить наличие значительного уровня изменчивости этого признака, который достигает 51,49%. Такая высокая изменчивость указывает на возможное влияние множества факторов, включая генетическую предрасположенность, условия среды и адаптационные механизмы, что делает *Aerva lanata* интересным объектом для дальнейшего ботанического и экологического изучения.

В ходе исследования биологии цветения *Aerva lanata* было установлено, что процесс распускания цветков в ее соцветиях протекает в акропетальном порядке. Этот термин обозначает последовательность распускания должным образом расположенных цветков, начиная с верхней части соцветия и постепенно продвигаясь вниз, что является характерной особенностью для многих растений.

Анализируя временные рамки цветения, следует отметить, что пик активности цветков *Aerva lanata* наблюдается в утренние часы, до полудня. После достижения максимальной стадии открытия цветки остаются в состоянии полуоткрытости на протяжении оставшейся части дня, вплоть до захода солнца. Это явление может быть объяснено защитной стратегией растения, поскольку полуоткрытые цветки сохраняют свою структуру и, вероятно, снижают риск повреждения в силу изменения температурных условий или первых признаков вечерней росы.

В период активного цветения *Aerva lanata* высота растения может достигать 115 см. Этот этап жизни растения характеризуется заметным ростом боковых побегов, количество которых на одно растение составляет от 6 до 15 штук. Длина этих боковых побегов, как правило, достигает 60 см, что говорит о их значительном развитии и функциональной активности в условиях цветения. Данная форма роста побегов иллюстрирует наличие моноподиального типа ветвления, который обеспечивает оптимальное распределение ресурсов, а также максимальную площадь для фотосинтеза. Листья, образующие розетку, представляют собой простые, цельнокрайние и заостренные структуры, которые имеют яйцевидную форму, с учетом плавного заострения к верхушке. Эстетические качества этих листьев, вместе с их морфологическими характеристиками, придают растению характерный внешний вид, а также способствуют его функциональности в процессе фотосинтетической активности. Относительно стеблевых листьев, которые располагаются в основном, среднем и верхнем ярусах, их длина варьируется от 2,6 до 3,8 см, а ширина колеблется в пределах 1,3-1,6 см. Эти размеры листьев позволяют растению максимально эффективно использовать доступные солнечные ресурсы, обеспечивая его

полноценное развитие и адаптацию к окружающим условиям. Что касается корневой системы зрелого растения, то она характеризуется неглубоким расположением, достигая глубины до 30 см. Тем не менее, корень достаточно крупный и мощный, что обеспечивает стабильное удерживание растения в почве и эффективное поглощение влаги и питательных веществ.

Растение *Aerva lanata* демонстрирует характерную черту непрерывной репродукции, что представляет собой важный элемент его жизненного цикла. Этот процесс сопровождается длительной диссеминацией, что позволяет семенам распространяться на значительные расстояния и таким образом увеличивать ареал обитания данного вида. Созревание семян у *Aerva lanata* происходит не равномерно, а в определенной последовательности – начиная с нижней части колоска и постепенно продвигаясь к верхней, что по сути является аналогичным процессу цветения.

Темпы созревания семян, а также их качество зависят от множества факторов, особенно от метеорологических условий, которые преобладают в вегетационный период. Такие условия, как температура воздуха, количество осадков, продолжительность светового дня и другие климатические параметры, могут оказывать значительное влияние на скорость и полноту созревания семян. Например, благоприятные метеорологические условия могут привести к более быстрому и одновременному созреванию семян, тогда как неблагоприятные условия могут вызвать задержки или даже негативные последствия для плодovitости растения.

Плод *Aerva lanata* можно описать как густоопушенную односемянную коробочку, обладающую округлой формой. Цветовая гамма плодов варьируется от нежного зеленоватого до кремового оттенка, что придает им довольно привлекательный внешний вид на ранних стадиях их развития. Важно отметить, что по мере созревания плоды *Aerva lanata* приобретают характерный светло-коричневый цвет, который указывает на их готовность к рассеиванию семян (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Внешний вид соцветия в фазу плодоношения, плода и семени *Aerva lanata* Juss.

Зрелый плод отличается удлинённым носиком, на кончике которого иногда сохраняется двулопастное рыльце, что свидетельствует о сложной структуре плода и его ролевой функции в процессе размножения. Процесс открытия плода у *Aerva lanata* осуществляется посредством растрескивания околоплодника. Этот механизм является важным аспектом репродуктивной стратегии растения. Когда

плод разрывается, семена свободно высыпаются из него, что способствует их распространению на расстояния. Это происходит как за счет действия ветра, который может унести легкие семена от материнского растения, так и под воздействием силы тяжести, когда семена просто падают на землю, располагаясь в непосредственной близости от места, где они сформировались.

Исследования показали, что по способу распространения диаспор *Aerva lanata* относятся к группе растений, известных как барохоры. Этот термин описывает растения, семена и другое размножение которых опираются на физические процессы, в частности, на силу тяжести. В случае *Aerva lanata* распространение диаспор происходит, главным образом, за счет их веса и структуры, которые позволяют семенам свободно опадать и перемещаться при определенных условиях. Данная стратегия распространения является важной адаптационной чертой, направленной на успешное заселение новых территорий и минимизацию конкуренции с материнским растением.

Коэффициент семенификации, определенный для *Aerva lanata*, составил 38,6%. Этот показатель указывает на то, что почти треть цветков растения успешно приводит к образованию семян, что является свидетельством высокой плодовитости и эффективного процесса репродукции. Способность производить значительное количество семян повышает шанс на успешное прорастание и дальнейшую жизнеспособность растений, что, в свою очередь, может привести к расширению ареала обитания и укреплению позиций *Aerva lanata* в сложных экосистемах, с которыми оно взаимодействует.

Процесс плодоношения и диссеминации у *Aerva lanata* отличается продолжительностью, что является значительным аспектом его репродуктивной стратегии. В условиях культуры этот процесс охватывает период времени, начиная с фазы массового цветения и заканчивая физиологической гибелью растения, которая, как правило, происходит в результате понижения температуры воздуха. Однако установить коэффициент семенной продуктивности конкретной особи *Aerva lanata* как в естественных условиях, так и в культурных довольно

сложно. В данной связи оценка семенной продуктивности была проведена на основе анализа генеративных побегов (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Семенная продуктивность генеративного побега *Aerva lanata* Juss.
(средние значения за 2020-2022 гг.)

Показатель	Значение
Число семяпочек на побеге (ПСП), шт.	4572,3±853,5
Число семян на побеге (РСП), шт.	1764,8±427,1
Коэффициент семенификации (КСП), %	38,6

Исследования для оценки семенной продуктивности проводились в фазу массового цветения и активного плодоношения, когда растение демонстрирует наибольшую активность в процессе формирования плодов и семян. В качестве материала для анализа были выбраны генеративные побеги, полученные от 10 особей *Aerva lanata*. Это обеспечивало достоверность результатов, позволяя учитывать вариации в семенной продуктивности между различными особями.

Полученные данные пересчитывались на одно растение с целью стандартизации показателей и более точного отражения семенной продуктивности в общей популяции. Подобный подход позволяет более глубоко понять репродуктивные возможности *Aerva lanata*, а также их роль в поддержании популяции данного вида в экосистемах.

Aerva lanata выделяется среди других растительных видов своей способностью к продуктивному семеноводству, что является важным аспектом его биологии. Это растение известно высоким уровнем семенной продуктивности, что способствует его успешному воспроизводству и распространению. Особенно ярко это выражается в конце августа, когда на коллекционном участке наблюдается значительное количество самосева. Массовый самосев в это время

свидетельствует о жизнеспособности данного вида, а также о его способности адаптироваться к окружающей среде (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Самосев *Aerva lanata* Juss.

Стоит отметить, что процесс цветения и созревания семян у *Aerva lanata* имеет растянутый характер. Это означает, что одновременно на одном соцветии могут находиться как недозревшие семена, так и уже осыпавшиеся. Такая ситуация создает определенные сложности при осуществлении подсчета семенной продукции, так как необходимо учитывать различные стадии развития семян. В результате, при проведении анализа учитывались не только зрелые семена, но и количество неразвитых семяпочек, а также семена, которые уже успели осыпаться.

Анализ семенной продукции требует внимания к деталям и точности, так как каждая из упомянутых категорий семян вносит свой вклад в общую семенную продуктивность растения. Учет неразвитых семяпочек позволяет исследователям оценить потенциал растения в условиях изменения окружающей среды и выявить его способности к производству новых особей в будущем. Это также открывает

возможности для углубленных исследований в области экологии и ботаники, позволяя лучше понять механизмы, которыми *Aerva lanata* пользуется для обеспечения своего выживания и адаптации в различных условиях обитания.

В ходе проведенного исследования было установлено, что фактическая семенная продуктивность одного побега колеблется в диапазоне от 1337,7 до 2191,9 семян. Этот показатель представляет собой реальное количество семян, которое растение способно произвести в условиях существующей экологической обстановки. Важно отметить, что данный диапазон значительно ниже, чем потенциальная семенная продуктивность этого вида, которая оценивается в 2,59 раза выше.

Такая разница в показателях семенной продуктивности может быть обусловлена рядом факторов, связанных как с биологическими особенностями самого растения, так и с условиями, в которых оно произрастает. Это явление особенно характерно для интродуцентов тропической флоры, которые могут сталкиваться с различными ограничениями в новых экосистемах, включая нехватку необходимых ресурсов, климатические изменения, а также взаимодействие с другими видами. Сравнение реальной и потенциальной продуктивности *Aerva lanata* подчеркивает важность изучения адаптационных стратегий данного растения в условиях интродукции.

В результате проведенного исследования особенностей цветения и плодоношения *Aerva lanata* в условиях Южного берега Крыма было установлено, что данный вид завершает свой жизненный цикл плодоношением. Это событие не только имеет ключевое значение для репродуктивной стратегии растения, но также служит надежным индикатором его способности адаптироваться к новым экологическим условиям и комплексным факторам окружающей среды.

3.4 Биология семян в контексте генеративного размножения

В естественных условиях размножение растения *Aerva lanata* происходит преимущественно посредством семян. Однако по морфологическим характеристикам семян и плоды, даже внутри одного вида *Aerva lanata*, могут проявлять значительное разнообразие. Такое многообразие морфологических признаков, проявляющееся в плодах и семенах, основано на явлении разнокачественности, что дает возможность выделять их средние или типичные характеристики. Причины возникновения этого разнообразия могут быть весьма разнообразными. В числе них следует отметить генетическую разнокачественность, которая, по мнению ряда исследователей (Еременко, 1974; Левина, 1981; Николаева, 1984), является одной из наиболее выраженных и часто обусловлена положением генеративных побегов на материнском растении. Кроме того, существует также и экологическая разнокачественность, которая возникает как следствие формирования семян в условиях, которые подвергаются изменениям со стороны внешней среды. Это подтверждает, что все формы разнокачественности плодов и семян *Aerva lanata* взаимосвязаны и зависят как от внутренних генетических факторов, так и от внешних экологических условий.

Исследование морфологии семян, а также биологии процесса их прорастания является особенно актуальным в рамках интродукционных исследований. Это особенно важно для видов, которые развиваются в условиях открытого грунта по однолетнему жизненному циклу. Одним из ключевых показателей репродуктивного успеха и приспособленности вида *Aerva lanata* к конкретным условиям его возделывания является семенная продуктивность. В свете вышеизложенного, в нашем исследовании мы уделяем особое внимание именно семенам, поскольку они являются важным компонентом для оценки адаптации и устойчивости данного вида в условиях интродукции.

Семена растения *Aerva lanata* имеют выраженные морфологические характеристики, которые делают их уникальными в рамках своего вида. Эти семена представляют собой небольшие по размеру, но твердые и блестящие,

форма которых напоминает бобы. Данная ореховидная форма семян *Aerva lanata*, обладая определенной симметрией и структурными особенностями, способствует их эффективному распространению в природной среде. В плане размеров, средние значения семян довольно скромные: длина семени обычно составляет около 0,72 мм, что позволяет отнести их к категории мелких семян. Ширина семян составляет порядка 0,55 мм, тогда как их толщина достигает 0,40 миллиметров. Такие размеры семян обеспечивают им специфические преимущества в процессе прорастания и адаптации к различным условиям окружающей среды.

При анализе данных, представленных в таблице 3.4, можно сделать вывод о том, что уровень изменчивости морфометрических параметров семян *Aerva lanata* является весьма низким. Этот факт может свидетельствовать о высокой степени выполненности семян, что, в свою очередь, указывает на их стабильность и адаптацию к условиям окружающей среды.

Низкая изменчивость морфометрических показателей, таких как длина, ширина и толщина семян, может служить индикатором того, что они обладают хорошими биологическими качествами и, возможно, высокой степенью жизнеспособности.

Зрелые и полноценные семена *Aerva lanata* обладают насыщенным черным цветом. Однако следует отметить, что цвет семян может варьироваться в зависимости от их расположения в соцветии. В этом контексте можно наблюдать семена, окрашенные в различные оттенки, от рыжего до темно-коричневого. На рисунке 3.10 иллюстрируются эти разнообразные цветовые варианты, что подчеркивает наличие фенотипического разнообразия среди семян внутри одного вида.

Таблица 3.4 – Морфометрические особенности семян *Aerva lanata* Juss.

Объект	Признак	$X \pm m$	Min	Max	V, %
Семя	длина, мм	$0,72 \pm 0,01$	0,63	0,78	5,21
	ширина, мм	$0,55 \pm 0,01$	0,48	0,62	6,04
	толщина, мм	$0,40 \pm 0,01$	0,38	0,43	3,91
	длина / ширина	$1,30 \pm 0,01$	1,16	1,44	2,98
Перисперм	длина, мм	$0,37 \pm 0,01$	0,33	0,41	5,39
	ширина, мм	$0,36 \pm 0,01$	0,32	0,40	5,79
	длина/ширина	$1,03 \pm 0,01$	0,92	1,11	3,58
Зародыш	длина, мм	$1,55 \pm 0,03$	1,36	1,69	5,75
	ширина, мм	$0,16 \pm 0,01$	0,14	0,18	6,47
	длина / ширина	$9,88 \pm 0,14$	8,72	10,71	3,71
Длина перисперма / длина семени		$0,52 \pm 0,01$	0,48	0,52	1,81
Длина зародыша / длина семени		$2,16 \pm 0,02$	2,03	2,35	2,39
Длина зародыша / длина перисперма		$4,16 \pm 0,04$	3,79	4,57	2,78

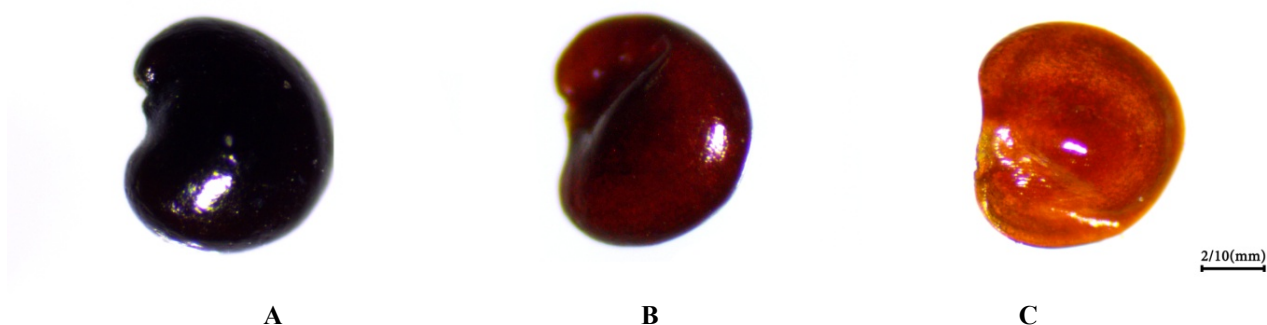


Рисунок 3.10 – Внешний вид семян *Aerva lanata* Juss. в зависимости от расположения в соцветии: основание (А), середина (В), верхушка (С)

Меньшая масса и низкая всхожесть семян светлого цвета служат прямыми индикаторами разнокачественности семян *Aerva lanata*. Следует отметить, что *Aerva lanata* характеризуется длительным периодом цветения, что приводит к неравномерному созреванию семян в одном соцветии. Как результат, семена, образующиеся в разные периоды времени, могут существенно варьироваться по своим морфологическим и физиологическим характеристикам, включая массу и всхожесть.

Семена *Aerva lanata* имеют особенности, которые играют ключевую роль в их жизнеспособности и способности к прорастанию. Один из наиболее заметных аспектов – это покрытие семян плотной черной кожурой. Эта кожа, или оболочка, не только является защитным барьером, но и выполняет важные функции, связанные с сохранением внутренних биологических процессов, а также с предотвращением механических повреждений и потери влаги. Внутренний слой данной кожуры обычно плотно прилегает к наружному слою, что обеспечивает дополнительную защиту семян от различных неблагоприятных условий, таких как изменения температуры и влажности. Это плотное прилегание может также влиять на скорость всхожести, так как жесткая оболочка может затруднять процесс прорастания семян.

Семенной рубчик, который представляет собой характерную морфологическую особенность, имеет эллипсоидную форму. Эта форма играет

роль в процессе прорастания, поскольку рубчик может влиять на проникновение воды и кислорода, необходимых для активации метаболических процессов внутри семян.

Кроме того, важно отметить, что при проведении исследований была установлена масса 1000 семян, которая составила $0,097 \pm 0,006$ грамма. Этот показатель массы семян может варьироваться, однако данное значение является важным для дальнейшего понимания их биологических свойств.

При проведении исследований на продольном срезе семени *Aerva lanata* можно наблюдать явно выраженные морфологические структуры, которые имеют значительное биологическое значение. В частности, зародыш, длина которого составляет 1,55 мм и ширина – 0,16 мм, демонстрирует полноценное развитие и занимает центральное место в конструкции семени. Он полукольцом охватывает обильный перисперм, который служит запасом питательных веществ и играет ключевую роль в процессе прорастания. Особое внимание стоит уделить тому факту, что в структуре зародыша отчетливо различимы два семядольных листочка. Эти семядольные листочки отвечают за начальную фотосинтетическую активность после прорастания, обеспечивая тем самым растение энергетическими ресурсами, необходимыми для его дальнейшего роста и развития. Кроме того, в срезе можно также наблюдать гипокотиль, который представляет собой участок между корешком и семядолями, играющий важную роль в формировании стебля в фазе начального роста. Наконец, проекция корешка, видимого на срезе, указывает на готовность к первичному укоренению. Данные структуры, изображенные на рисунке 3.11, являются важными компонентами, которые не только формируют морфологическую основу растения, но и обеспечивают его жизнедеятельность в условиях окружающей среды.

При анализе поперечного среза семени *Aerva lanata* открываются важные анатомические особенности, которые имеют значительное значение для понимания биологии и физиологии этого растения. На поперечном срезе ярко проявляется структура перисперма, который расположен в центральной части

семени и представляет собой питательный запас, необходимый для обеспечения последующего роста зародыша.

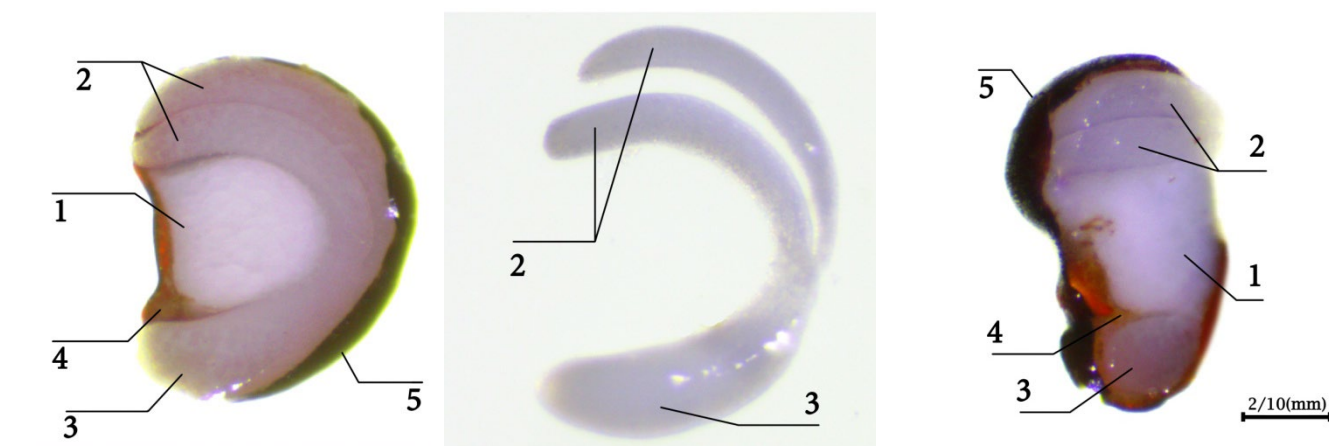


Рисунок 3.11 – Вид продольного (А) и поперечного (С) срезов семени, зародыша (В) *Aerva lanata* Juss.:

1 – перисперм; 2 – семядоли; 3 – корешок зародыша; 4 – эндосперм; 5 – семенная оболочка.

С верхней стороны перисперм плотно прилегает к семядолям, с нижней стороны же – поддерживает корешок. Эта связь между периспермом, семядолями и корешком подчеркивает важность их интеграции для успешного прорастания и дальнейшего роста молодого растения. Примечательно, что значительная часть объема семени составляет белый крахмалистый перисперм, который занимает примерно половину всего объема семени.

Зародыш семени *Aerva lanata* представлен в виде удлиненного тельца, обладающего молочным цветом. Примечательно, что длина зародыша превышает длину самого семени более чем в два раза. Кончик зародышевого корешка обращен аккуратным концом к микропиле, что является важным анатомическим аспектом, так как микропиле представляет собой участок, через который семя получает необходимые условия для успешного прорастания. В верхней части зародыша происходит трансформация в прямой гипокотиль, который заканчивается меристематическим апексом побега. Этот меристематический апекс играет критическую роль в дальнейшем росте растения, обеспечивая

возможность деления клеток и дифференциации различных тканей, необходимых для формирования стебля и других структур растения в будущем.

Кроме того, в структуре семени можно заметить присутствие эндосперма. Исследования показывают, что у представителей семейства *Amaranthaceae* эндосперм сохраняется не только в виде единственного слоя клеток в области прикрепления зародыша к семенной оболочке, но также располагается на верхушках семядолей и корешка. Это подчеркивает сложность и многофункциональность эндосперма, который обеспечивает необходимыми питательными веществами как сам зародыш, так и его ключевые структуры (Townsend, 1993). На рисунке 3.10 наглядно продемонстрировано и расположение эндосперма.

Согласно общепринятому мнению, в процессе онтогенеза растений период, который протекает от момента формирования семени на материнской особи до появления первых настоящих листьев, характеризуется наивысшей пластичностью и значительной восприимчивостью к изменениям в окружающей среде. Эта фаза жизненного цикла растений является особенно критически важной, так как именно в это время происходит максимальное взаимодействие между внутренними механизмами растения и факторами внешней среды, что в свою очередь может оказывать решающее влияние на дальнейшее развитие и выживание растений (Куперман, 1968).

Для успешного прорастания семян *Aerva lanata* критически важным условием является поддержание температуры воздуха выше 20°C. Это утверждение подтверждается исследованиями, проведенными Машановым и его коллегами в 1997 году, которые подчеркивают значимость температурных условий в процессе прорастания. В рамках нашего исследования мы также внимательно изучили прорастание семян при различных температурных режимах (Приложение Б, таблица Б1-Б2), что дало дополнительное подтверждение вышеупомянутой зависимости (таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Биологические особенности семян *Aerva lanata* Juss. в зависимости от условий проращивания (средние значения за 2019-2023 гг.)

Условия	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
20°C	0,097±0,006	0,25±0,12	4,30±0,49
20-30°C		10,65±1,21	58,50±2,34
30°C		5,70±0,76	40,85±3,12
		НСР ₀₅ = 1,96	НСР ₀₅ = 5,37

Лабораторные исследования показывают, что всхожесть семян *Aerva lanata* составляет 58,50±2,34%. Этот показатель всхожести является одним из ключевых индикаторов жизнеспособности семян, который позволяет оценить их качество и потенциал для успешного прорастания (рисунок 3.12).

Семена, собранные в условиях Южного берега Крыма, проявили характерный растянутый период прорастания. Данные наблюдения показывают, что всходы появляются не одновременно, что может свидетельствовать о разнообразии в способностях семян к прорастанию, а также о влиянии внешних факторов на этот процесс.

При проведении эксперимента мы отметили, что первые проростки семян появились на седьмой день наблюдения в рамках эксперимента, где использовались переменные температуры в диапазоне 20-30°C. Это значительно сократило время прорастания на 13 дней по сравнению с условиями стабильной температуры 20°C, где начало прорастания было зафиксировано только на 20-й день. Эти результаты подчеркивают важность температурных колебаний для ускорения процесса прорастания, что может иметь существенные эксплуатационные и агрономические значения.

Интересно, что дружность появления проростков на десятый день наблюдения составила всего 3,0%. Это указывает на то, что в начальной стадии прорастания семена имели низкую энергию прорастания. Однако, несмотря на эти параметры, к 20-му дню эксперимента большинство семян, а именно 52,3%, проросли, что свидетельствует о достаточно высокой степени жизнеспособности семян в целом, даже при менее чем оптимальных условиях.

В ходе нашего эксперимента, направленного на изучение динамики прорастания семян *Aerva lanata* при переменных температурных условиях, были получены интересные и значимые результаты. Наблюдения показали, что наибольшее количество проростков возникло в указанном временном интервале с 10-го по 26-й день эксперимента, что наглядно представлено на рисунке 3.13.

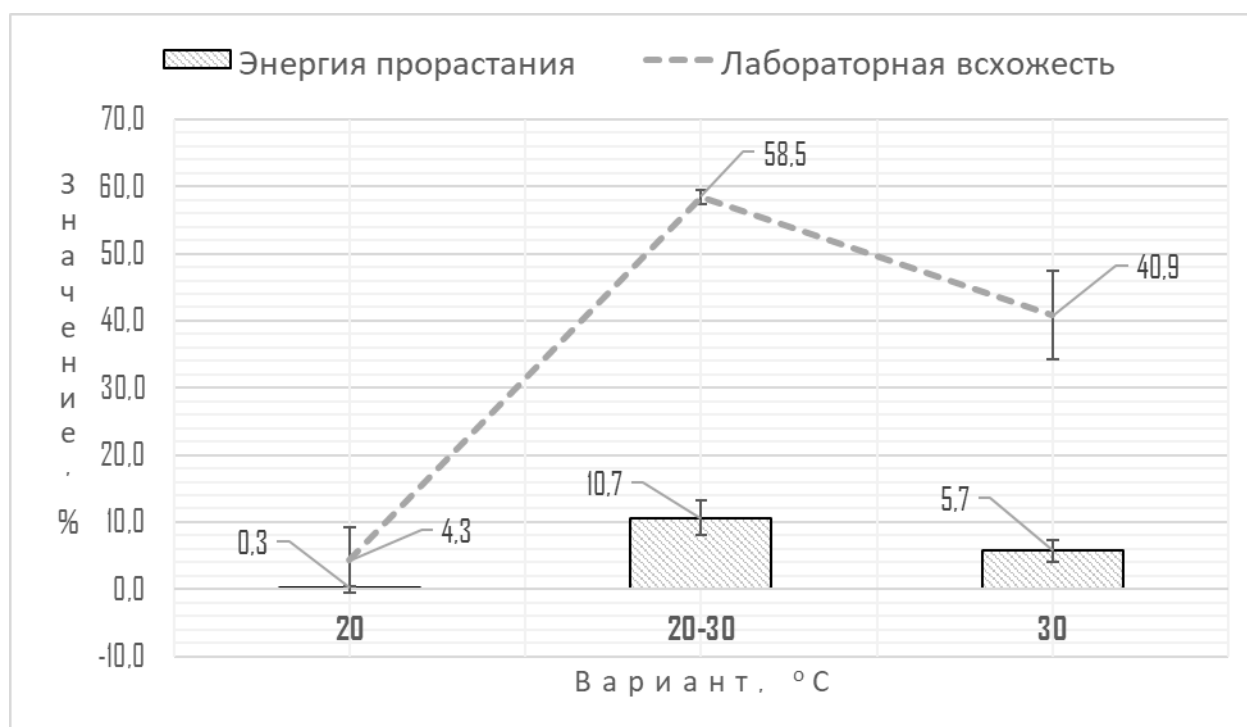


Рисунок 3.12 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян *Aerva lanata* Juss. в зависимости от температуры воздуха проращивания

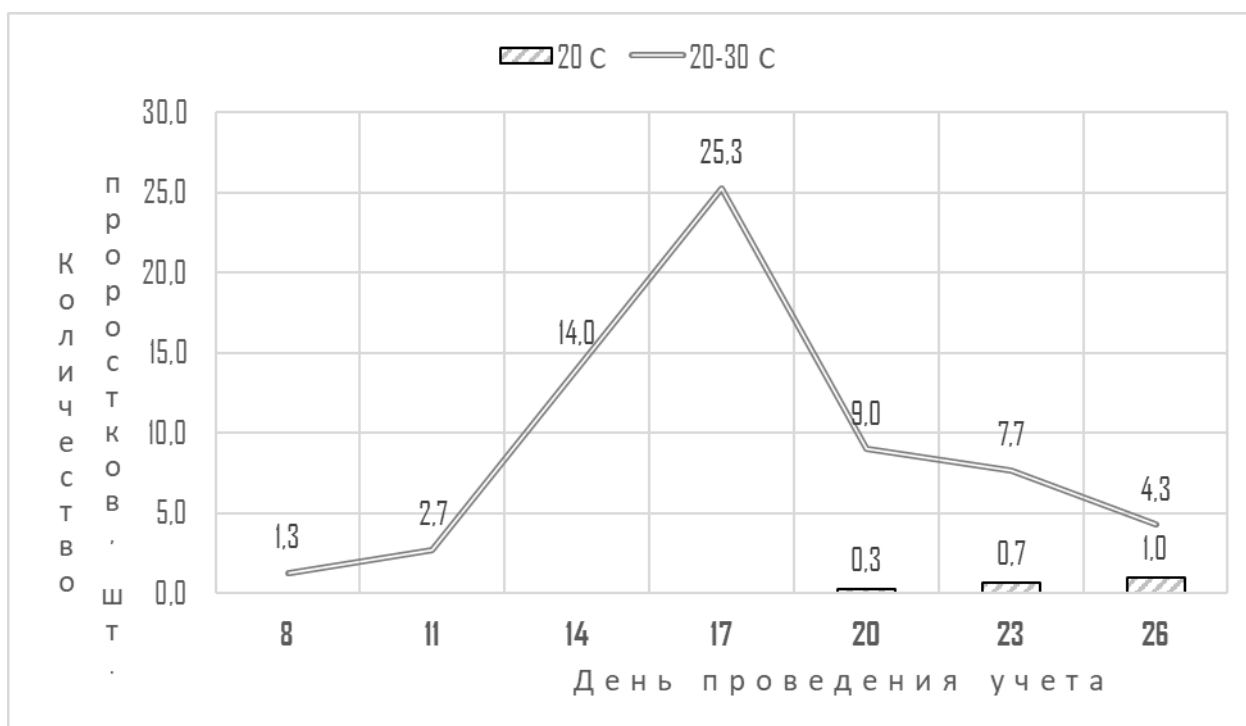


Рисунок 3.13 – Динамика прироста проростков *Aerva lanata* Juss. при лабораторном проращивании (измерения каждые 3 дня)

В течение этого периода интенсивность прорастания семян достигла значения $7,67 \pm 2,09$ семян в день. Это свидетельствует о том, что условия, в которых проводился эксперимент, способствовали активному прорастанию, особенно на ранних этапах. Особое внимание стоит уделить промежутку времени с 14-го по 17-й день, когда мы зафиксировали максимальный уровень прорастания, составивший 25%. Этот резкий всплеск активности в прорастании может быть обусловлен комбинированными факторами, включая температуру окружающей среды и потенциальное влияние на семена воды и кислорода.

Кроме того, за последние сутки наблюдения в эксперименте прибавка проросших семян составила 4,33%, что также подчеркивает стабильность и эффективность условий, обеспечивающих прорастание. Данный показатель не только говорит о наличии активируемых семенами физиологических процессов, но и может служить основой для дальнейших исследований, касающихся оптимизации условий для агрономической практики.

В результате проведенного эксперимента, в рамках которого исследовались условия прорастания семян при переменных температурных режимах, было установлено, что лабораторная всхожесть семян составила 58,5%. Это значение значительно превосходит показатели, полученные при стабильной температуре 20 и 30 градусов Цельсия, где всхожесть составила 4,3% и 40,85% соответственно. Данные результаты ясно демонстрируют, что температурный фактор оказывает существенное воздействие на прорастание семян, что является достаточно важным выводом для понимания процессов, происходящих в семенах *Aerva lanata*.

Таким образом, можно утверждать, что наличие переменных температур, в отличие от фиксированного температурного режима, благоприятно сказывается на жизнеспособности семян и их способности к прорастанию. Это может быть связано с тем, что изменение температуры создает дополнительные стимулы для активации биохимических процессов, необходимых для активизации семени и его перехода из состояния покоя в состояние активного роста. Это обеспечивает семенам возможность синхронизировать свои прорастания с окружающей средой, что может значительно увеличить шансы на выживание и успешное развитие растений.

Согласно классификации типов прорастания семян, предложенной И.В. Борисовой в 1996 году, семена *Aerva lanata* можно отнести ко второму типу прорастания (Коростылев и др., 2021). Этот тип характеризуется довольно медленным темпом прорастания, что является важным фактором, способствующим пониманию адаптивного поведения данного растения в различных условиях окружающей среды. Данная характеристика прорастания семян *Aerva lanata* свидетельствует о том, что наибольшее количество проросших семян наблюдается в середине периода проращивания. Замедленный процесс прорастания может быть связан с особенностями физиологии семени, описывающими временные и энергетические затраты на активацию необходимых метаболических процессов, что в свою очередь влияет на последующее развитие проростков. Данное явление может обеспечить семенам возможность дожидаться

благоприятных условий для роста, что, безусловно, повышает шансы выживания интродуцента в различных экосистемах.

Семена *Aerva lanata* обладают выраженным надземным типом прорастания, что является важной характеристикой для понимания механизма их развития. В процессе онтогенетического развития семян и проростков *Aerva lanata* прорастание осуществляется таким образом, при котором основная дифференциация различных частей проростка происходит вне семени. Это интересное явление указывает на то, что начальные этапы роста растения начинаются уже после выхода зародыша из семенной оболочки.

После прорастания первым образом появляется зародышевый корешок, который укореняется в почве, предоставляя растениям необходимую поддержку и доступ к питательным веществам. На данном этапе на поверхность почвы выходят две ассимилирующие семядоли.

Эти семядоли могут находиться как в оболочке семени, так и без нее, что способствует их быстрому развитию и способности осуществлять фотосинтетическую активность уже на ранних стадиях роста.

Постепенно, изначально дугообразно согнутый гипокотиль, который соединяет корешок и семядоли, принимает вертикальное положение. Это изменение способствует горизонтальному расположению семядолей, что позволяет им более эффективно использовать солнечное излучение для фотосинтеза, что критически важно для дальнейшего роста растения. На рисунке 3.14 представлено визуальное представление этих процессов, что позволяет лучше понять морфологические изменения, происходящие с проростками.

Проростки *Aerva lanata* характеризуются своим небольшим размером и имеют лопастевидную форму. Сами они обладают черешковыми, светло-зелеными семядолями, достигающими длины 2,0 мм и ширины 1,0 мм. Гипокотиль, представляющий собой промежуточную часть между корешком и семядолями, белого цвета и имеет длину 0,4 мм. Корневая система данного вида является стержневой, длина которой равняется 1 см, что способствует

стабильному удержанию растения в почве и обеспечению его питательными веществами.



Рисунок 3.14 – Особенности прорастания семени
Aerva lanata Juss.

В условиях открытого грунта посев семян, осуществляемый в период второй декады мая, предполагает выполнение процедуры, заключающейся в поверхностном размещении семян с последующим прикатыванием. В результате этих мероприятий, всходы, как правило, проявляются в среднем за период, составляющий приблизительно 14 дней. Однако следует отметить, что этот срок может варьироваться в зависимости от погодных условий, характерных для конкретного года, и, следовательно, всходы могут появиться как за 10 дней, так и за 22 дня.

При попадании семян в оптимальные условия, которые способствуют их прорастанию, они начинают активно впитывать влагу из окружающей среды.

Этот процесс приводит к усвоению воды, что в свою очередь вызывает набухание семян и увеличение размеров зародыша. Как результат, оболочка семени под давлением растяжения лопается, что служит сигналом начального этапа прорастания.

С целью определения оптимальных сроков посева семян *Aerva lanata* в открытый грунт, было проведено исследование, в рамках которого рассматривались четыре различных срока посева. Высев семян осуществлялся в трехкратной повторности по схеме 30х30 см. Технология посева включала в себя поверхностное размещение семян с последующим прикатыванием для достижения лучшего контакта с почвой.

Результаты данного исследования показали, что при осуществлении посева семян как в третью декаду апреля, так и в первую декаду мая всходы начинают появляться на 39-й день после посева. При этом всхожесть семян в этих двух сроках составляет, соответственно, 39,3% и 37,1%, что свидетельствует о приемлемых показателях развития растений в данных условиях (рисунок 3.15).

Однако, следует обратить внимание на то, что посев семян в более поздние сроки приводит к сокращению времени, необходимого для появления всходов. В частности, при посеве во вторую декаду мая всходы начинают проявляться уже на 29-й день после посева, а при посеве в первую декаду июня этот срок сокращается до 24 дней. Всхожесть семян в этих случаях составляет 45,7% и 46,8% соответственно, что указывает на еще более высокую эффективность позднего посева.

Таким образом, согласно полученным данным, оптимальными сроками для посева семян *Aerva lanata* в открытый грунт на Южном берегу Крыма можно считать интервал со второй мая по первую декаду июня. Это обусловлено тем, что неблагоприятные условия, такие как кратковременное понижение температуры, могут значительно замедлить процесс прорастания и появления всходов, что показывает важность тщательного выбора времени для посева в зависимости от местных климатических условий.

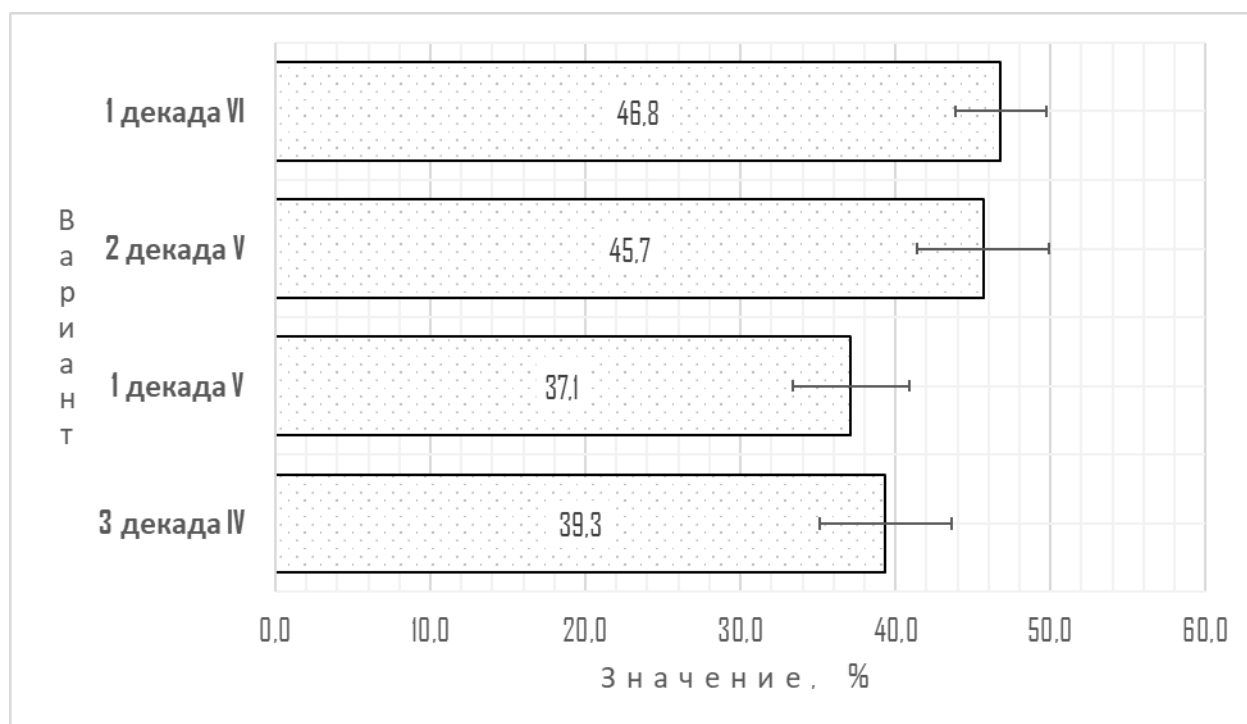


Рисунок 3.15 – Всхожесть семян *Aerva lanata* Juss. в условиях открытого грунта (средние значения за 2019-2021 гг.)

В связи с возникшей проблемой, связанной с трудностью отделения околоплодников при проведении очистки семян *Aerva lanata*, что, как показывает практика, приводит к значительным потерям семенного материала в пределах 15-20%, была предпринята попытка рассмотреть еще один важный параметр. В рамках данного исследования был изучен вариант посева, заключающийся в использовании неочищенных семян, которые были высеяны вместе с околоплодниками.

Для осуществления посева семян использовался рядовой метод, при котором соблюдалось определенное расстояние между рядами, составляющее 30 см. Такой подход позволил оптимизировать использование площади и обеспечить оптимальные условия для их роста. В среднем на каждый погонный метр исследуемого участка было высеяно около 0,5-0,6 грамма семян. Посев семян растения *Aerva lanata* в открытом грунте был выполнен в первую декаду

мая. Полученные результаты проведенных экспериментов представлены на рисунке 3.16.

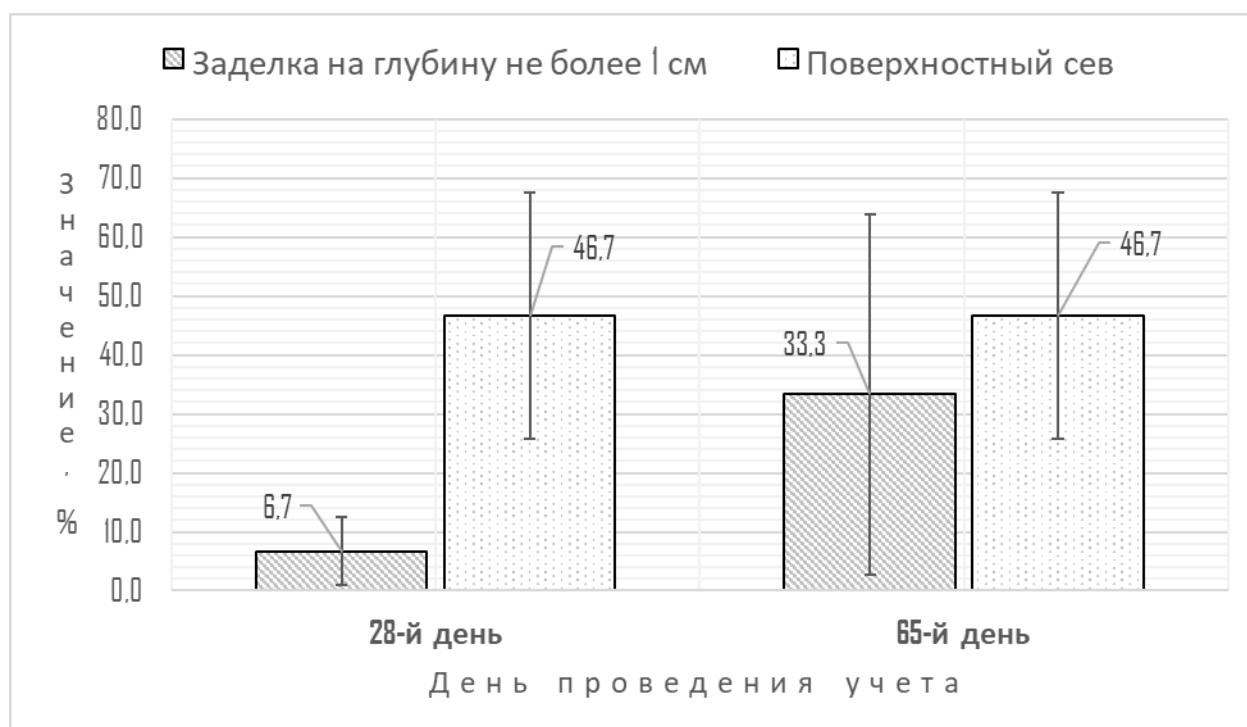


Рисунок 3.16 – Жизнеспособность семян *Aerva lanata* Juss. в условиях открытого грунта

В эксперименте, где семена высаживались без заделки в почву с последующим прикатыванием, наблюдение за процессом прорастания показало, что всходы начали появляться уже на 22-й день после посева. В этой ситуации полевую всхожесть семян удалось зафиксировать на уровне 46,7%. Полученные результаты указывают на довольно успешное начало прорастания, что следует учитывать при агрономической практике.

Однако было установлено, что применение метода заделки семян в почву на глубину не более 1 см значительно замедляет процесс появления всходов. В частности, полевая всхожесть семян на 28-й день составила всего 6,7%, что является показателем, который на 86% ниже, чем в случае поверхностного посева. Эти данные подчеркивают важность выбранного метода посева и уровня заделки

семян для их успешного прорастания. Стоит также отметить, что через 37 дней после посева количество всходов постепенно возросло еще на 26,6%. Тем не менее, данный рост не компенсирует первоначальное замедление прорастания, что может негативно сказаться на дальнейших этапах роста растений.

Таким образом, можно сделать вывод, что при посеве очищенных семян *Aerva lanata* в открытый грунт с заделкой в почву наблюдается увеличение периода, необходимого для появления массовых всходов, который может достигать 65 дней. Это замедление в своем итоге ведет к отставанию растений в их общем развитии, что, в свою очередь, вызывает задержку в переходе к фенологическим фазам их жизненного цикла. Следствием данного явления является и возможное снижение урожайности, что подчеркивает критическую важность оптимизации методов посева для повышения эффективности производства данной культуры.

В процессе проведения эксперимента с посевом неочищенных семян, которые были как поверхностно высажены, так и заделаны в почву, были выявлены определенные особенности, оказывающие влияние как на полевую всхожесть, так и на формирование надземной части растений. Эти факторы в свою очередь становятся определяющими для дальнейшего роста и развития растений в сторону прямостоячей и компактной формы, что является важным для их агрономического использования.

При заделке семян на небольшую глубину наблюдается более синхронное и дружное появление массовых всходов, что отмечается на 29-й день после посева. Сравнительно, поверхностный метод посева семян дает возможность появления всходов всего на 7 дней раньше, чем в случае заделки, так как всходы начинают появляться на 22-й день. Данный результат подчеркивает важность выбора метода посева, поскольку он влияет на эффективность прорастания семян.

Следует отметить, что околоплодник, оставаясь на семенах, может выполнять роль своеобразной защитной камеры, оказывая положительное влияние на прорастание. С одной стороны, околоплодник обеспечивает более равномерное распределение семян в поверхностном слое почвы, что способствует

лучшему использованию влаги и питательных веществ. С другой стороны, он защищает семена от негативного воздействия внешних факторов, таких как пересыхание, которое может значительно повлиять на их способность к успешному прорастанию.

Первые всходы растений были замечены на 22-й день эксперимента, проведенного с использованием метода поверхностного посева, как для чистых семян, так и для семян с околоплодниками. Этот результат показывает, что в условиях поверхностного сева наблюдается довольно быстрая инициация прорастания, что является важным фактором для агрономической практики.

Дополнительно необходимо отметить, что во всех случаях, включая оба типа семян – очищенные и неочищенные, время наступления, продолжительность и смена фенологических фаз были идентичны, что указывает на стабильность воздействия факторов окружающей среды на развитие растений. Таким образом, независимо от того, использовались ли очищенные или неочищенные семена, фенологические стадии растения развивались в унисон.

Однако разница была очевидна в тех вариантах эксперимента, где рассматривалась глубина заделки семян. В частности, тот период, который потребовался для появления всходов при заделке семян в почву, составил уже 38 дней. Это значение на 16 дней больше, чем при методе поверхностного посева, что подтверждает, что более глубокая заделка замедляет начало прорастания. Данный аспект крайне важен при выборе методологии севов, так как он влияет на скорость получения всходов, что, в свою очередь, определяет сроки и практику дальнейшего ухода за посевами.

Кроме того, стоит учитывать, что неочищенные семена, которые были заделаны на ту же глубину, дали всходы на 29-й день, что также говорит о том, что наличие околоплодников может оказывать влияние на скорость прорастания, однако не в такой степени, как метод заделки. Таким образом, результаты исследования подчеркивают значимость как выбора метода посева, так и учета состояния семян для оптимизации процесса роста и развития растений.

Несмотря на наблюдаемую разницу во времени наступления фенологических фаз, их продолжительность варьировала достаточно слабо, что говорит о стабильности условий роста растений. В этом контексте выделился лишь один вариант – посев очищенными семенами на указанную глубину. В частности, фазы всходов и бутонизации у растений, посеянных таким образом, длились на 4 дня дольше по сравнению с вариантом поверхностного посева. Это свидетельствует о влиянии метода посева на развитие растений, а также на темпы их роста.

В среднем, с момента появления всходов до начала вегетативного роста прошло 36 ± 2 дня, что является важным показателем для понимания вегетационного периода данного растения. Период формирования боковых побегов до начала бутонизации занял 19 дней, что также указывает на специфические черты развития *Aerva lanata*. Длительность фазы бутонизации составила 8 дней, после чего постепенно началось цветение, что является четкой вехой в жизненном цикле растения. Стоит отметить, что в связи со смещением периода вегетации, которое обусловлено методом посева с заделкой семян в почву, растения демонстрировали замедленный рост.

Тем не менее, следует выделить, что заделка семян с сохраненными околоплодниками на оптимальную глубину способствовала обеспечению нужной густоты стояния растений. При этом даты наступления фенологических фаз оказывались смещенными всего на 3–5 дней по сравнению с поверхностным посевом, что говорит о относительно высокой адаптивности растений к различным методам посева. Не менее важно, что на момент уборки растения не имели значительных отличий по габитусу, что подчеркивает важность глубокого анализа влияния различных методик посева на конечные результаты сельскохозяйственного производства. Все эти наблюдения подтверждают, что выбор метода посева является значимым фактором, определяющим как агрономическую эффективность, так и количество получаемого урожая.

Таким образом, выбор метода посева, будь то поверхностный посев или заделка семян в почву, оказывается ключевым, так как он напрямую сказывается

на сроках появления всходов, а также на условиях, в которых происходит формирование и развитие надземной массы растений. Важно учитывать все эти аспекты при планировании агрономических мероприятий, чтобы добиться наилучших результатов в выращивании растений.

Семена *Aerva lanata* имеют способность вызревать как в условиях открытого грунта, так и в защищенном, что делает их универсальным ресурсом. В рамках исследования, посвященного выявлению оптимальных сроков хранения семян без значительных потерь в их качестве, была предпринята работа, направленная на регулярное определение их лабораторной всхожести. Эти проверки осуществлялись с регулярностью раз в полгода, что позволило получить полное представление о динамике изменения их всхожести на протяжении времени. Установлено, что при хранении семена *Aerva lanata* сохраняли свою всхожесть в течение пяти лет (рисунок 3.17).

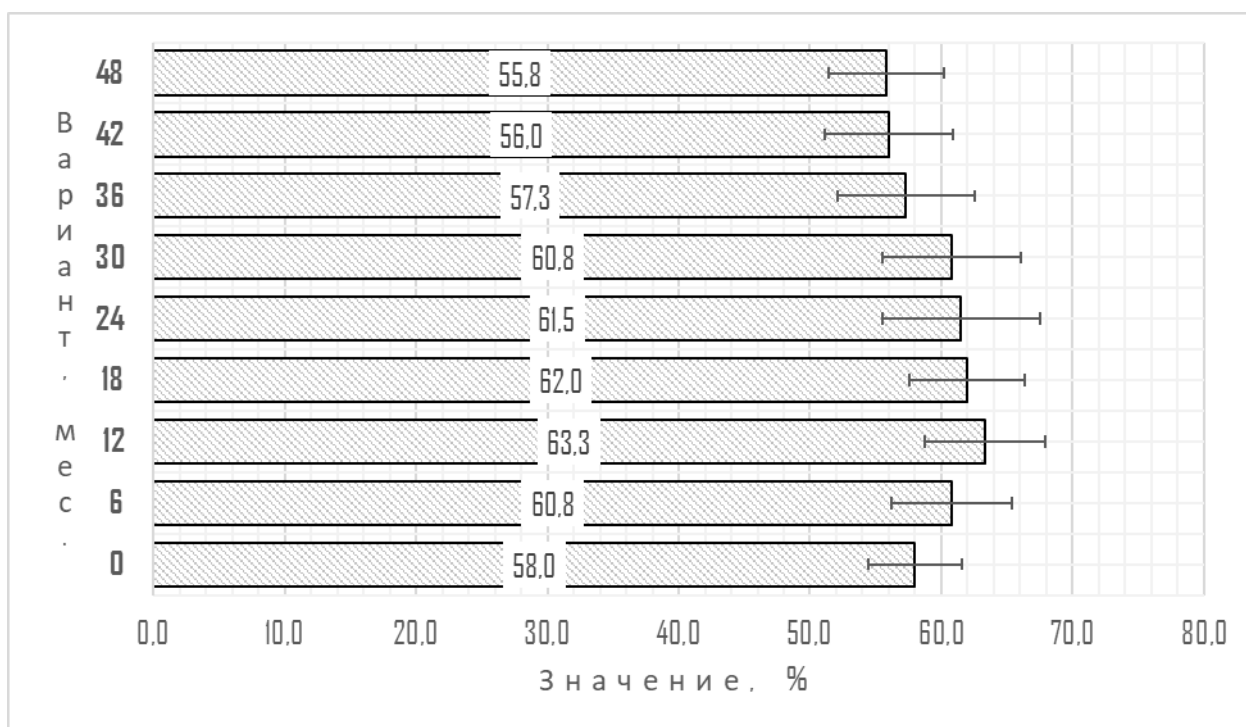


Рисунок 3.17 – Лабораторная всхожесть семян *Aerva lanata* Juss. в зависимости от сроков хранения (средние значения за 2019-2023 гг.)

Таким образом, исследование показало, что семена *Aerva lanata* могут быть не только устойчивыми к различным условиям прорастания, но и целесообразным выбором для длительного хранения, что, безусловно, является преимуществом в вопросах культивирования вида.

В ходе нашего исследования мы предприняли тепловую обработку семян при температуре 40°C с целью обеззараживания, а также подготовки семян к последующему посеву. Основная задача этой процедуры заключалась в попытке повысить как энергию прорастания, так и общую всхожесть. Подобные методы часто применяются в практике, поскольку предполагается, что они могут значительно улучшить качество семян и обеспечить более высокие показатели роста.

Однако результаты нашего эксперимента продемонстрировали определенные сложности в достижении поставленных целей. На 20-й день после начала эксперимента была проведена оценка всхожести семян. Итоги показали, что в группе, подвергшейся температурной обработке, уровень всхожести составил лишь 44%. Для сравнения, в контрольной группе, где семена не подвергались обработке, этот показатель достиг 46%.

Эти данные позволяют сделать вывод о том, что температурная обработка семян *Aerva lanata* при 40°C перед посевом не является эффективным методом для повышения их всхожести. Поскольку разница в проценте всхожести между обработанными и контрольными семенами незначительна и составляет всего 2%, это ставит под сомнение целесообразность использования данной обработки в практических условиях.

3.5 Особенности вегетативного размножения

Размножение растений посредством стеблевых черенков представляет собой один из наиболее распространенных подходов в области вегетативного размножения. Данный метод основывается на способности растений

образовывать новые растения из частей своих стеблей. Тем не менее, реализация этого способа встречает определенные сложности, главной из которых является необходимость поддержания жизнеспособности стеблевого черенка в процессе его отделения от маточного растения. Это состояние жизнеспособности критически важно до момента, пока черенок не способен самостоятельно развить корневую систему, что является необходимым для его укоренения и дальнейшего роста.

Важно отметить, что метод стеблевого черенкования значительно отличается от техники размножения отводками, при которой стебель остается присоединенным к материнскому растению до тех пор, пока у него не сформируются собственные корни. Это различие в подходах имеет важное значение, так как наличие или отсутствие корней на черенке в значительной мере определяет успешность размножения.

Различные виды растений демонстрируют неоднородность в своей способности образовывать придаточные корни из стеблевых черенков. У некоторых видов эта способность хорошо развита, и размножение с помощью стеблевых черенков оказывается достаточно легким и эффективным. В то же время, для других видов этот метод может оказаться неэффективным и практически невозможным для применения. Степень способности к образованию придаточных корней, как правило, наиболее выражена у видов растений, которые находятся на более ранних этапах своей филогенетической эволюции. В частности, это относится к растениям травянистой формации и кустарникам. Напротив, древесные растения, как правило, уступают им в этой способности, проявляя меньшую предрасположенность к образованию придаточных корней. Следовательно, при выборе метода размножения необходимо учитывать биологические особенности конкретного вида и его способность к укоренению через стеблевые черенки.

В связи с вышеизложенным, для того чтобы оценить потенциальную способность вида к вегетативному размножению, было осуществлено исследование, целью которого являлось детальное изучение особенностей

ризогенеза стеблевых черенков *Aerva lanata*. Данное исследование имеет особое значение, так как регенерация придаточных корней, необходимая для успешного укоренения черенков, в значительной степени зависит от нескольких факторов. К числу этих факторов относятся состояние самого черенка, а также положение его на растении и выбранном побеге.

Важно отметить, что в зависимости от сроков черенкования различные части побега могут проявлять разные уровни эффективности в процессе укоренения. Это обстоятельство говорит о том, что для достижения наилучших результатов в размножении через черенкование следует тщательно выбирать ту или иную часть побега растения. В рамках нашего исследования мы сделали акцент на важности места расположения заготовленных стеблевых черенков, рассматривая два основных варианта: основание побега и его среднюю часть.

Подготовительный этап работы был осуществлен во время активного вегетативного роста растения, что особенно важно, поскольку в это время наблюдается максимальная активность биохимических процессов, отвечающих за рост и развитие. Таким образом, выбранный нами период заготовки является критически важным для успешной регенерации корней черенков *Aerva lanata*. Это исследование в дальнейшем может предложить рекомендации по оптимизации процессов вегетативного размножения данного вида, исходя из полученных данных о специфике ризогенеза.

Одним из ключевых этапов в развитии научных представлений о внутренних механизмах, которые лежат в основе процесса дифференциации корневых зачатков, стало открытие у растений специфической группы физиологически активных соединений. Эти вещества обладают способностью оказывать регуляторное воздействие на множество основных процессов роста и развития растений. В научной литературе они получили несколько названий, среди которых выделяются термины «фитогормоны», «стимуляторы», а также «ингибиторы роста». В настоящее время общепринятой практикой является называть эти вещества регуляторами роста, так как они могут как стимулировать,

так и ингибировать процессы роста, что делает их уникальными по своей природе.

В связи с важностью понимания роли таких регуляторов в росте растений, в настоящей работе была проведена серия экспериментов, направленных на изучение методов стимулирования корнеобразования стеблевых черенков. В качестве контрольного варианта была выбрана обработка черенков водой, позволяющая сравнить результаты с другими вариантами воздействия. Второй вариант подразумевал обработку нижней части черенков раствором β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК) в концентрации 50 мг/л, который представляет собой синтетический регулятор роста и относится к ауксиновому ряду. Эта обработка проводилась в течение 18 часов и была предназначена для того, чтобы оценить влияние ИМК на стимуляцию корнеобразования.

Третий вариант эксперимента предусматривал опудривание нижней части черенков специально подготовленной смесью активированного угля с добавлением ИМК в пропорции 0,5 г/кг перед тем, как черенки были помещены в парник. Этот метод был разработан с целью исследования эффекта комбинации активированного угля и регулятора на процессы укоренения. Таким образом, наша работа нацелена на более глубокое понимание механики корнеобразования и роли регулирующих веществ в этом сложном процессе, что может в дальнейшем служить основой для разработки более эффективных методов вегетативного размножения растений (Приложение Б, таблица Б3).

Результаты подсчета количества укоренившихся черенков представлены в таблице 3.6.

При проведении обработки зеленых черенков простым водным раствором было зафиксировано, что корнеобразование происходило у 8,11% черенков, которые были заготовлены из основания побегов, в то время как у черенков, взятых из средней части побегов, этот показатель составил 5,22%.

Когда речь идет о укоренении стеблевых черенков, полученных именно из основания побегов, результаты показали, что количество укоренившихся черенков статистически существенно превышало контрольные значения, которые

были собраны при обработке водой. В частности, в эксперименте с использованием водного раствора β -индолил-3-масляной кислоты (вариант 2) корнеобразование составило 12,22%. Вариант 3, в котором черенки обрабатывались смесью активированного угля с ИМК, также продемонстрировал некоторое, хотя и не столь значительное, увеличение данного показателя – 9,22% по сравнению с контрольной группой, но это изменение уже не достигало уровня статистической значимости.

Таблица 3.6 – 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 _{A 05} = 1,92 HCP _{B 05} = 2,35 HCP _{AB 05} = 1,36			

У черенков, заготовленных из средней части побегов, наблюдались аналогичные результаты. Было зафиксировано, что количество укоренившихся черенков в варианте 2, который также включал обработку раствором β -индолил-3-масляной кислоты, составило 8,89%. Это значение показало статистически значимое увеличение по сравнению с контрольной группой, обработанной водой. Аналогично, небольшое увеличение в укоренении также было отмечено в варианте 3, где процент укоренившихся черенков составил 6,44%, что, как и в

предыдущих случаях, не достигало уровня значимости по сравнению с контрольной группой.

Результаты подсчета количества придаточных корней, обработанных в разных вариантах, продемонстрировали результаты, которые отражены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – 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
НСР _{А 05} = 1,47 НСР _{В 05} = 1,80 НСР _{АВ 05} = 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
НСР _{А 05} = 0,58 НСР _{В 05} = 0,71 НСР _{АВ 05} = 0,41			

В контрольной группе черенков, которые были обработаны водой, было выявлено, что среднее количество придаточных корней у черенков, полученных из основания побегов, составило 2,97 единицы. В то же время, черенки, взятые из средней части побегов, показали несколько меньший средний показатель – 1,04 единицы.

В ходе эксперимента было зафиксировано статистически значительное увеличение количества корней первого порядка при использовании водного раствора ИМК в концентрации 50 мг/л, что соответствует варианту 2. Наблюдения показали, что при обработке черенков из основания побегов среднее количество придаточных корней возросло до 4,58 штук, что говорит о наглядной эффективности данного регулятора роста и развития. Аналогичным образом, при использовании черенков, полученных из средней части побегов, количество образовавшихся корней составило 2,54 штуки, что также является значительно более высоким значением по сравнению с контрольным вариантом.

Что касается варианта 3, где использовалась смесь активированного угля с ИМК в количестве 0,5 г/кг для опудривания, то здесь результаты показали, что у черенков, заготовленных из разных частей побегов, не наблюдалось существенных различий по сравнению с контрольным вариантом. Так, среднее количество придаточных корней у черенков, полученных из основания побегов, составило 3,25 штук, тогда как у черенков, взятых из средней части побегов, этот показатель оказался равным 1,39 штук. Эти данные указывают на то, что регулятор роста в форме опудривания не оказал значительного влияния на образование придаточных корней.

Определение длины придаточных корней, образовавшихся у исследуемых черенков, продемонстрировало результаты, которые подтверждают эффективность различных методов обработки (таблица 3.8). В контрольной группе, где черенки были обработаны простой водой, средняя длина придаточных корней у черенков, заготовленных из основания побегов, составила 1,33 см. Для черенков, взятых из средней части побегов, этот показатель оказался несколько

ниже и составил 0,57 см. Эти данные подчеркивают, что даже в контрольных условиях длина корней варьируется в зависимости от места заготовки черенков.

Однако более значимыми оказались результаты, полученные при использовании различных стимуляторов корнеобразования. Средняя длина корней первого порядка у укорененных черенков *Aerva lanata*, полученных как из основания побегов, так и из их средней части, показала значительное превышение по сравнению с контрольным вариантом во всех испытанных условиях. Наибольшее значение длины придаточных корней было зафиксировано в варианте 2, где использовался водный раствор ИМК в концентрации 50 мг/л. В этом случае, у черенков, заготовленных из основания побегов, средняя длина составила 2,24 см, в то время как у черенков, полученных из средней части побегов, этот показатель достиг 1,31 см.

Таким образом, проведенный анализ результатов показал, что водный раствор ИМК в концентрации 50 мг/л оказывает наибольшее положительное влияние на репродукционные параметры развития корневой системы укорененных черенков *Aerva lanata*, что ясно выделяет его среди других вариантов обработки. Это влияние не только заключается в увеличении длины корней, но также отражает наилучшие показатели по количеству корней первого порядка у черенков, заготовленных из основания побегов. Среднее число образовавшихся корней первого порядка в данном случае составило 4,58 единицы при длине корней 2,24 см. У черенков, полученных из средней части побегов, количество корней также было значительным, составив 2,54 единицы при длине корней 1,31 см.

Результаты, полученные в ходе проведенного эксперимента, направленного на изучение размножения стеблевыми черенками *Aerva lanata*, позволяют сделать определенные выводы касательно зависимостей укореняемости и биометрических характеристик корневой системы от различных технологических факторов. Установлено, что успешность укоренения и связанные с этим биометрические показатели корней находятся в непосредственной зависимости как от вариантов обработки нижних срезов черенков индолилмасляной кислотой, так и от выбора частей побегов, из которых были заготовлены эти черенки.

В частности, результаты эксперимента показали, что количество укорененных черенков, полученных из различных частей побегов, оказалось наивысшим именно в варианте 2, где использовался водный раствор ИМК с концентрацией 50 мг/л. При этом число укоренившихся черенков в данном варианте превысило показатели контрольной группы в 1,58 раза, что свидетельствует о более высокой эффективности обработки.

Кроме того, в большинстве случаев применение индолилмасляной кислоты в разнообразных вариантах обработки было связано со статистически значимым увеличением биометрических параметров корневой системы черенков, как полученных из основания побегов, так и из их средней части, по сравнению с контрольной группой. Наилучшие результаты по биометрическим показателям развития корневой системы у укорененных черенков *Aerva lanata* были зафиксированы именно в варианте 2, где число корней первого порядка оказалось выше в 1,77 раза по сравнению с контрольными значениями. При этом длина корней также увеличилась и была больше на 1,87 раза.

Анализируемые репродукционные параметры укорененных черенков, которые были заготовлены из основания побегов, во всех вариантах эксперимента статистически превосходили соответствующие показатели черенков, полученных из средней части побегов. Это углубляет наше понимание оптимальных условий размножения данного вида. В результате исследования было установлено, что для успешного вегетативного размножения *Aerva lanata* оптимальными условиями являются обработка нижних срезов черенков водным раствором индолилмасляной кислоты в концентрации 50 мг/л, особенно при использовании в качестве черенков части, отобранные из основания побегов.

На основании результатов проведенных исследований было установлено, что *Aerva lanata* характеризуется низкой укореняемостью. Наблюдения показывают, что уровень корнеобразования у черенков данного вида не достигал 30%, что, в свою очередь, указывает на сложность укоренения этого растения. Кроме того, в рамках всех вариантов эксперимента было зафиксировано формирование незначительного количества придаточных корней, что является

важным показателем для определения категории укореняемости растений. На основании этих данных можно с уверенностью отнести *Aerva lanata* к категории трудноукореняемых растений.

Дальнейшее наблюдение за укоренившимися черенками показало, что прирост побегов растений был незначительным (рисунок 3.18).

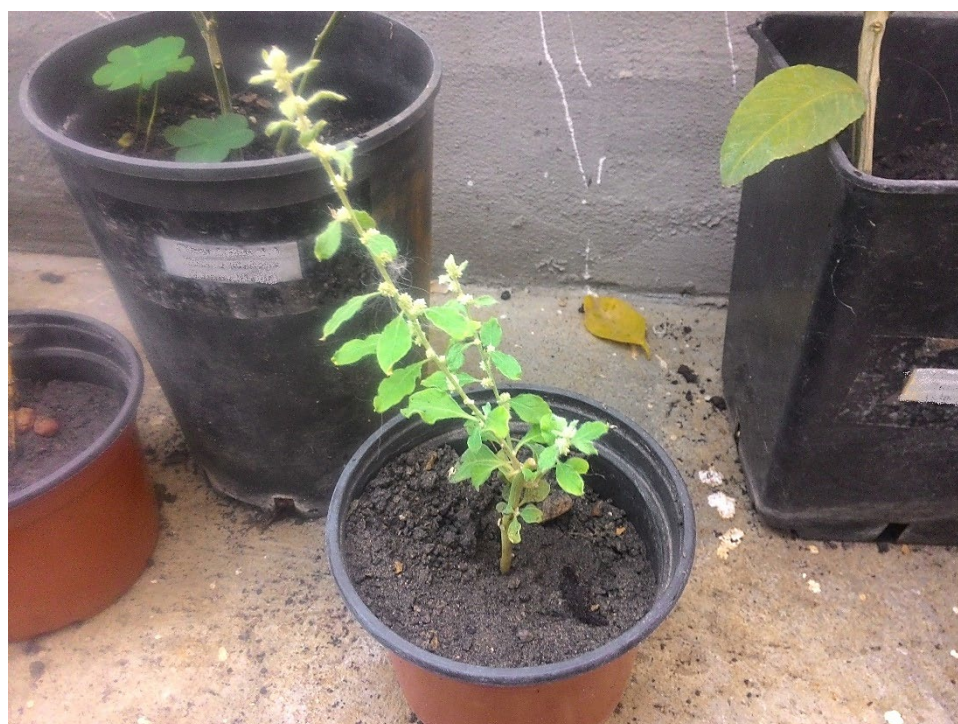


Рисунок 3.18 – Укорененный черенок *Aerva lanata* Juss. в период отрастания

Растения пропустили период активного вегетативного роста, при том, что их габитус оставался слабо развитым. Более того, такие растения сразу же переходили к генеративному периоду, минуя стадию активного наращивания вегетативной массы.

Таким образом, результаты наблюдений подчеркивают серьезные ограничения в способности *Aerva lanata* к успешному размножению и дальнейшему развитию в условиях вегетативного размножения. Эти факторы могут оказать влияние на практику, связанную с культивированием этого вида, требуя более глубокого изучения и оптимизации условий для достижения наилучших показателей укоренения и роста.

3.6 Продуктивность и качество надземной фитомассы

Оценка продуктивности надземной фитомассы интродуцентов имеет как теоретическое, так и практическое значение. Она способствует пониманию механизмов адаптации растений к новым условиям, оптимизации их использования в различных отраслях хозяйства, предотвращению распространения инвазивных видов и сохранению биоразнообразия. В условиях глобальных экологических изменений такие исследования становятся важным инструментом для устойчивого управления растительными ресурсами и экосистемами.

Интродукция растений часто используется для сохранения редких и исчезающих видов, а также для восстановления нарушенных экосистем. Оценка продуктивности надземной фитомассы таких видов позволяет разработать эффективные методы их выращивания и реинтродукции в естественные условия. Это особенно важно для сохранения генофонда редких растений и восстановления биоразнообразия. Изучение продуктивности надземной фитомассы интродуцентов вносит вклад в понимание общих закономерностей роста и развития растений, их адаптации к изменяющимся условиям среды и роли в экосистемах. Это позволяет расширить теоретическую базу экологии, биологии продуктивности и фитоценологии, а также разработать новые подходы к управлению растительными ресурсами. В условиях глобального потепления и других изменений климата оценка продуктивности надземной фитомассы интродуцентов помогает прогнозировать их реакцию на экстремальные погодные явления, изменения продолжительности вегетационного периода и другие факторы. Это важно для разработки стратегий адаптации сельского и лесного хозяйства к новым климатическим реалиям.

В результате сравнительного анализа результатов исследования биометрических характеристик и продуктивности надземной фитомассы *Aerva lanata* в период массового цветения и плодоношения в среднем за период

исследований выявляются заметные различия между условиями культивирования (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Биометрические особенности и продуктивность надземной фитомассы *Aerva lanata* Juss. в период массового цветения – плодоношения в зависимости от условий культивирования (средние значения за 2019-2023 гг.)

Параметр	Открытый грунт				Защищенный грунт			
	X±m	Min	Max	V, %	X±m	Min	Max	V, %
Т кш, см	1,2±0,1	0,8	1,4	19,3	0,8±0,1	0,7	1,0	15,9
В р, см	83,9±2,4	78,2	92,6	6,5	79,6±7,7	61,7	98,1	21,8
Д р *, см	72,4±3,7	62,0	83,4	11,3	57,7±12,0	28,9	88,0	46,4
К п *, шт.	15,5±1,5	12,2	19,7	21,5	8,8±1,1	5,9	11,6	28,0
Дл п *, см	61,7±0,5	60,2	63,1	2,0	59,8±7,1	43,8	81,1	26,5
П р, г/раст.	141,8±14,5	95,5	178,2	22,9	68,3±14,2	32,3	99,7	46,4

Условные обозначения: Т кш – толщина корневой шейки, В р – высота растений, Д р – диаметр растений, К п – количество побегов, Дл п – длина побегов, П р – продуктивность надземной фитомассы с растений.

У растений, культивируемых в открытом грунте, толщина корневой шейки составляет 1,2±0,1 см, что значительно выше, чем у растений в защищенном грунте (0,8±0,1 см). Это может свидетельствовать о большей устойчивости растений в открытом грунте, обусловленной лучшими условиями для корнеобразования и доступа к питательным веществам. При этом уровень варьирования (V, %) диаметра корневой шейки в открытом грунте (19,3%) выше,

чем в защищенном (15,9%), что указывает на большую однородность размеров корневой шейки в условиях защищенного грунта.

Средняя высота растений *Aerva lanata* в открытом грунте ($83,9 \pm 2,4$ см) также значительно превышает высоту аналогичных растений в защищенном грунте ($79,6 \pm 7,7$ см). Однако уровень вариации этого показателя выше у растений в защищенном грунте (21,8%) по сравнению с открытым (6,5%), что может говорить о большей чувствительности к условиям среды, в которой они выращиваются. Схожие различия наблюдаются и по диаметру растений – в открытом грунте средний диаметр составляет $72,4 \pm 3,7$ см, в то время как в защищенном – всего $57,7 \pm 12,0$ см. При этом уровень варьирования этого признака в защищенном грунте (46,4%) значительно выше.

В открытом грунте количество формируемых побегов первого порядка на растении в среднем составляет $15,5 \pm 1,5$ шт., в то время как в защищенном грунте – $8,8 \pm 1,1$ шт., что в 1,8 выше. В обоих условиях данный признак сильно варьировал (21,5 и 28,0% соответственно). Средняя длина побегов в открытом грунте ($61,7 \pm 0,5$ см) незначительно выше, чем в защищенном ($59,8 \pm 7,1$ см). Однако высокая вариация параметра в условиях защищенного грунта (26,5%) указывает на то, что эти условия могут влиять на рост неоднородным образом. Кроме того, наблюдаются существенные различия в продуктивности. В открытом грунте *Aerva lanata* показывает среднюю продуктивность на уровне $141,8 \pm 14,5$ г/раст., тогда как в защищенном грунте – лишь $68,3 \pm 14,2$ г/раст., что в 2,1 раза выше. Вариация продуктивности в открытом грунте (22,9%) ниже, чем в защищенном (46,4%), что подтверждает вывод о большей стабильности условий роста в открытом грунте.

В целом, результаты исследования подчеркивают, что *Aerva lanata* демонстрирует более высокие биометрические показатели и продуктивность в открытом грунте по сравнению с защищенным, что свидетельствует о том, что вид успешно может культивироваться для получения лекарственного сырья (Приложение В, таблица В1).

Оценка качества растительного сырья интродуцентов является важным направлением в ботанике, экологии, сельском хозяйстве, фармакологии и пищевой промышленности. Качество растительного сырья определяется совокупностью его химического состава, биологической активности, питательной ценности и технологических свойств. Для интродуцентов, перемещенных за пределы их естественного ареала, оценка этого параметра позволяет определить их потенциальную ценность для различных отраслей хозяйства, а также понять их адаптационные возможности в новых условиях.

С целью определения качества лекарственного сырья эрвы шерстистой, полученного в условиях Южного берега Крыма, проведена оценка соответствия надземной фитомассы требованиям сырья, а также ее биохимический анализ (Приложение В, таблица В2-В3).

Согласно требованиям Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания для медицинских целей используется культивируемое сырье: эрвы шерстистой трава «*Aeruae lanatae herba*» ФС.2.5.0054.15, которое заготавливается в фазу цветения – начала плодоношения (рисунок 3.19).

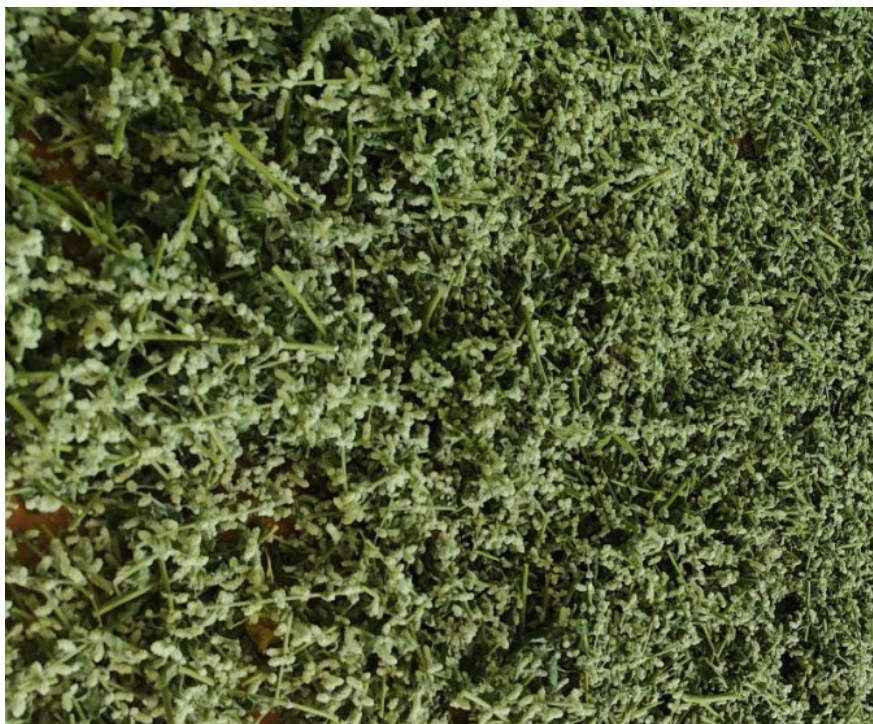


Рисунок 3.19 – Внешний вид сырья *Aerva lanata* Juss.

Подлинность образцов сырья была подтверждена на основании характеристик диагностических внешних и микроскопических признаков, а также качественно методом тонкослойной хроматографии по присутствию в 80%-ном спиртоводном извлечении из сырья фенольных соединений, в том числе рутина и кверцетина.

Цельное сырье *Aerva lanata* представляет собой разнообразные части растения, собранные в определенный период его жизненного цикла. Оно включает в себя куски олиственных стеблей с соцветиями, часто с корнями, а также отдельные цельные или частично измельченные листья, соцветия и корни. К числу компонентов, входящих в состав сырья, относятся также отдельные цветки, плоды и мелкие семена.

Стебли имеют цилиндрическую форму, достигая диаметра до 1 см. Они обладают слабо выраженными, более светлыми ребрышками и опушены. При боковом сечении на изломе можно наблюдать белую губчатую сердцевину, что является характерным признаком данного вида. Листья короткочерешковые, варьируют по форме – от яйцевидной до эллиптической. Верхушка может быть как заостренной, так и тупой.

Листья устойчивы к повреждениям, имеют цельнокрайние края и опушены, причем опушение на нижней стороне заметно более интенсивное. В длину они достигают до 2,5 см и шириной до 1,5 см, что подчеркивает их компактные размеры.

Соцветия представляют собой колосовидные структуры, покрытые войлочно-опушенными отростками. Цветонос прикрыт мелкими пленчатыми прицветными листочками, которые имеют широкую овальную форму и остевого вырост на верхушке. Цветки у этого растения мелкие и невзрачные, имеют цилиндрическую или слегка колокольчатую форму, украшены простым пленчатым околоцветником, который состоит из сухих беловато-зеленых листочков эллиптической формы. Каждое цветковое образование содержит 5 тычинок с двугнездными пыльниками. Плод представляет собой односемянную коробочку, а семена имеют бобовидную форму, блестящие и черного цвета, их

размер составляет около 1 мм, что делает их весьма мелкими по сравнению с другими частями растения.

Корни *Aerva lanata* характеризуются стержневой структурой с боковыми ответвлениями тонких придаточных корней. Поверхность главного корня выглядит продольно-морщинистой, тогда как боковые ответвления имеют почти гладкую текстуру.

Цветовые характеристики растения также заслуживают внимания: стебли окрашены в серовато-зеленый цвет с желтоватым оттенком и продольными более светлыми ребрами. Листья могут быть как зелеными, так и желтовато-зелеными, причем нижняя сторона листа обычно более светлая. Цветки варьируются от беловато-зеленого до зеленовато-серого, плоды имеют различные оттенки – от зеленого до светло-коричневого. Корни, в свою очередь, снаружи имеют беловато-серый или беловато-желтый цвет, на изломе они белые.

При рассмотрении микропрепаратов, полученных из листьев *Aerva lanata*, можно обнаружить ряд характерных микроскопических признаков, которые позволяют глубже понять анатомическую структуру и физиологические функции данного объекта (рисунок 3.20).

На поверхности верхней стороны листа заметны небольшие клетки эпидермиса, обладающие прямыми или слегка извилистыми стенками. Эти клетки формируют защитный барьер для растения, а их форма позволяет оптимизировать фотосинтетический процесс. В то время как клетки эпидермиса нижней стороны листа, как правило, имеют более заметные изгибы и извивки, что может свидетельствовать о различных условиях их функционирования и необходимости в адаптации к окружающей среде.

Устьица, или специальные структуры, с помощью которых растительные организмы осуществляют газообмен, располагаются на обеих сторонах листа. Однако их распределение неравномерно: на нижней стороне устьиц значительно больше, чем на верхней, что связано с тем, что основная функция устьиц в регулировании транспирации и поглощении углекислого газа наиболее актуальна в условиях с более низкой солнечной радиацией. Каждое устьице окружено 3-5

эпидермальными клетками, согласно аномоцитному типу. Это строение свидетельствует о высокоорганизованной структуре, приспособленной к выполнению различных функций.

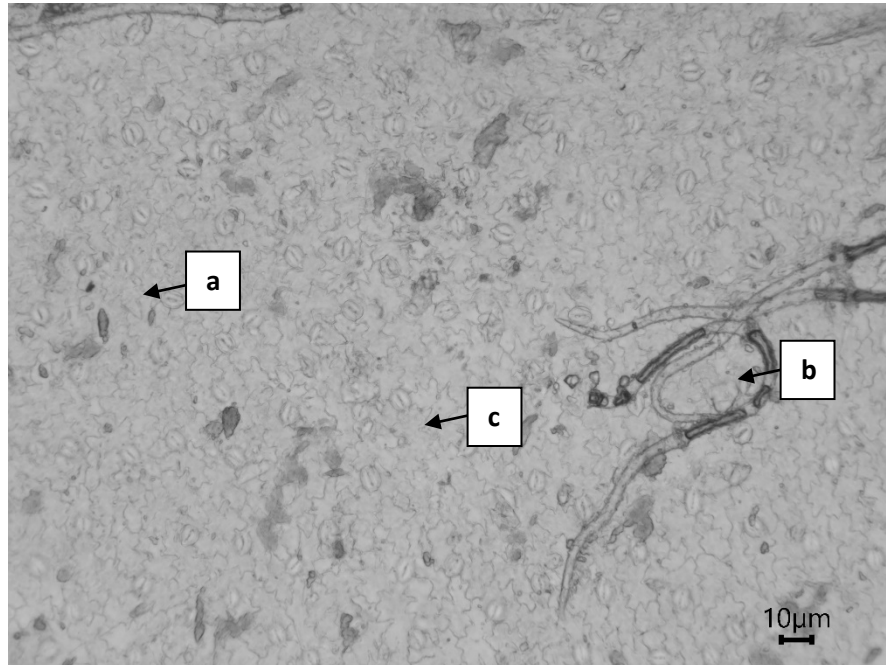


Рисунок 3.20 – Фрагмент эпидермиса нижней стороны листа *Aerva lanata* Juss.:

а – устьица аномоцитного типа, b – волоски с характерным зубчатым сочленением, c – клетки эпидермиса с сильноизвилистыми стенками.

Наряду с этим, в мезофилле листа *Aerva lanata* можно наблюдать многочисленные крупные друзы оксалата кальция, что указывает на минерализацию клеток и поддержание в них необходимого уровня устойчивости к механическим повреждениям и патогенным организмам. Структура жилок, которые также видны в микропрепарате, хорошо развита. Они состоят из коротких и изгибающихся трахеид, что способствует эффективному транспорту питательных веществ и воды по структурам растения.

Кроме того, на поверхности эпидермиса листа располагаются многочисленные простые многоклеточные волоски. Эти волоски состоят из нескольких коротких клеток основания с гладкими стенками и двумя-пятью

длинными, более или менее закрученными конечными клетками. Оболочки этих клеток имеют узкие шиловидные выросты, придающие им особую морфологию и, вероятно, играет роль в защите от насекомых и потери влаги. Характерное сочленение клеток волосков имеет зубчатую форму, что также подтверждает их многофункциональность.

Что касается стебля, его эпидермис над ребрами представлен клетками, которые имеют удлинённо-вытянутую форму и покрыты волосками, которые, как правило, располагаются на верхних участках стебля. В то же время клетки эпидермиса в углублениях между ребрами имеют округло-многоугольную или вытянутую форму и включают устьица, также характерные для данной структуры, что указывает на их функциональную адаптацию.

Листочки околоцветника и прицветники *Aerva lanata* имеют пленчатую структуру. Эпидермис по краю листочков состоит из удлинённо-вытянутых клеток, тогда как в средней части расположено небольшое количество мезофилла. В верхушечной части прицветников находятся узкие клетки, которые выступают над пленчатыми краями в виде остей, что добавляет дополнительный уровень защитной функции. Поверхность листочков также покрыта множеством волосков, идентичных тем, что наблюдаются на листьях, что подчеркивает общность морфологических особенностей данного растения.

В стебле и черешке листа также обнаруживаются довольно крупные друзы оксалата кальция, что дополнительно подтверждает важность изучаемого материала с точки зрения его химического состава и структурной организации.

Из данных таблицы 3.9 следует, что показатели качества исследуемых образцов сырья эрвы шерстистой, в том числе влажность, зола общая, зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте (10%-ной), соответствуют требованиям действующей ФС.2.5.0054.15 ГФ РФ XIV издания.

Таблица 3.9 – Некоторые показатели качества высушенной травы
Aerva lanata Juss., как лекарственного сырья (средние значения за 2020-2021 гг.)

Показатель качества	Норма	Условия культивирования	Фенологическая фаза	Результат, %
Влажность	не более 12%	открытый грунт	цветение	$9,91 \pm 0,88$
			цветение – плодоношение	$9,08 \pm 1,84$
		защищенный грунт	цветение	$9,46 \pm 3,47$
			цветение – плодоношение	$8,98 \pm 1,45$
Зола общая	не более 15%	открытый грунт	цветение	$11,85 \pm 0,94$
			цветение – плодоношение	$13,04 \pm 1,95$
		защищенный грунт	цветение	$12,80 \pm 1,97$
			цветение – плодоношение	$12,46 \pm 2,01$
Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте	не более 8%	открытый грунт	цветение	$6,80 \pm 0,16$
			цветение – плодоношение	$7,13 \pm 0,17$
		защищенный грунт	цветение	$7,08 \pm 0,34$
			цветение – плодоношение	$7,04 \pm 1,03$

Согласно ФС.2.5.0054.15 ГФ РФ XIV издания сумма флавоноидов в пересчете на рутин в цельном и измельченном сырье эрвы шерстистой должна составлять не менее 0,5%. Результаты определения суммы флавоноидов в траве эрвы шерстистой представлены на рисунке 3.21.

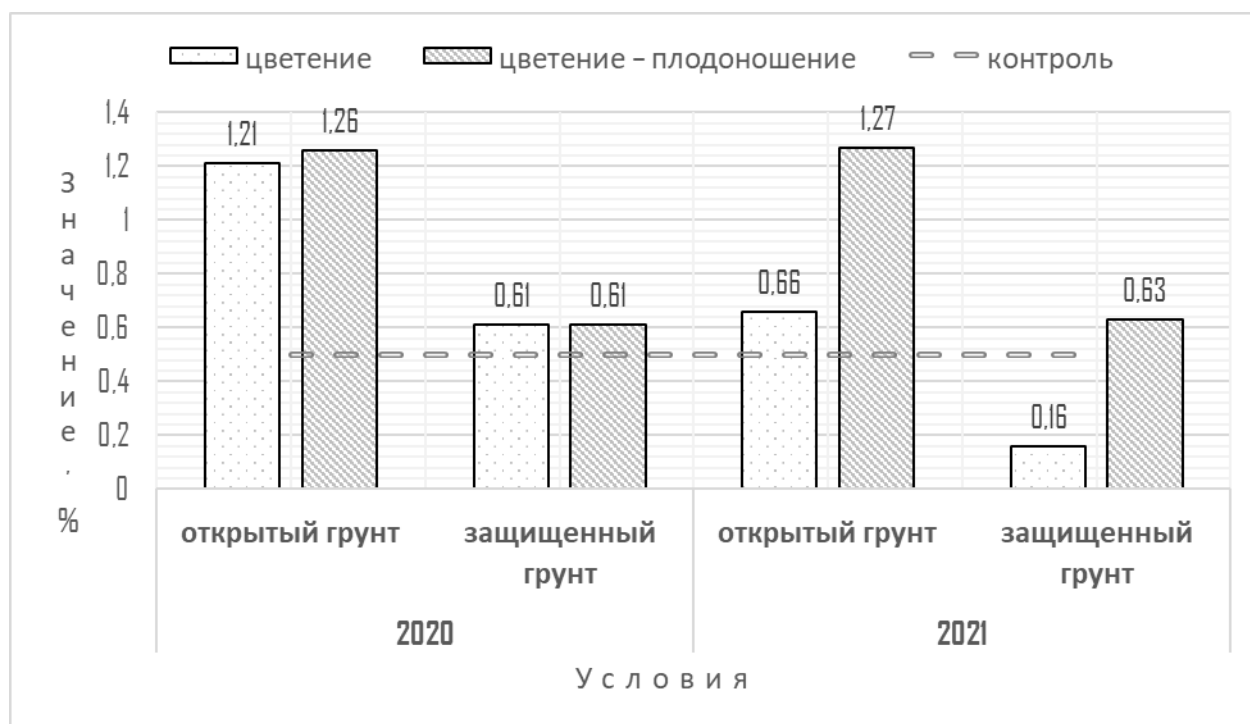


Рисунок 3.21 – Результаты определения суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в траве *Aerva lanata* Juss. (2020-2021 гг.)

Как следует из данных рисунка 3.20, содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в исследованных образцах сырья эрвы шерстистой травы, за исключением образца из защищенного грунта в фазу цветения, соответствует требованиям ФС.2.5.0054.15 ГФ РФ XIV. При этом содержание флавоноидов в сырье из открытого грунта превышало в 2 раза этот показатель в сырье, полученном в условиях защищенного грунта.

Исследования, проведенные по определению содержания микро- и макроэлементов в сухом сырье *Aerva lanata*, собранного в двух различных регионах – Шри-Ланка и Ялта (НБС), показали значительные различия в концентрациях различных элементов (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Содержание микро- и макроэлементов в сухой траве
Aerva lanata Juss. в зависимости от места заготовки сырья, мг/кг

Элемент	Место заготовки сырья	
	Шри-Ланка	Ялта (НБС)
Al	1448,68	384,19
Ba	77,02	63,12
Cu	5,52	5,46
Cd	0,07	0,07
Co	0,71	0,13
Pb	0,55	0,45
Zn	22,79	16,94
V	3,55	0,59
Mn	76,69	29,08
Cr	1,77	0,51
Ni	0,95	0,93
Sr	79,59	102,86
P	2016,32	4384,33
S	1487,98	3229,58
Fe	1397,17	313,36
Ca	10228,31	26421,27
Mg	3840,02	3985,07
K	26589,51	29378,78

Сырье из Ялты демонстрирует более высокие уровни макроэлементов таких, как фосфор (P), сера (S) и кальций (Ca), что может указывать на агротехнический фон и особенности почвы. Эти элементы критически важны для роста растений и могут повлиять на урожайность. Установлено, что в сухом сырье *Aerva lanata* из Никитского ботанического сада обнаружено в 2,17 раза больше фосфора, в 2,17 раза серы и в 2,58 раза кальция, составив 4384,33 мг/кг, 3229,58 мг/кг и 26421,27 мг/кг соответственно. Однако сырье из Шри-Ланки характеризуется высоким содержанием микроэлементов, среди которых алюминий (Al), железо (Fe), марганец (Mn), кобальт (Co) и ванадий (V), что может быть связано с местными почвенными условиями и минерализацией. Высокие уровни этих элементов могут оказывать значительное влияние на физиологию растений, а также на их адаптацию к местным условиям. Так в сухом сырье *Aerva lanata* из Шри-Ланки обнаружено в 3,7 раза больше алюминия, в 4,46 раза железа, в 2,64 раза марганца, в 5 раз кобальта и в 6 раз ванадия, составив 1448,68 мг/кг, 1397,17 мг/кг, 76,69 мг/кг, 0,71 мг/кг и 3,55 мг/кг соответственно.

Несмотря на то, что концентрация тяжелых металлов, таких как кадмий (Cd) и свинец (Pb), в обоих образцах остается на низком уровне, необходимо учитывать, что постоянное исследование уровня этих элементов имеет решающее значение при определении качества сырья.

Результаты исследования содержания микро- и макроэлементов в водном настое *Aerva lanata* в зависимости от места заготовки сырья показали, что доминирующим элементом является калий (K), концентрация которого достигла 118,029 мг/л в настой из сырья, полученного из Шри-Ланки, и 80,519 мг/л – из Ялты (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Содержание микро- и макроэлементов в водном настое *Aerva lanata* Juss. в зависимости от места заготовки сырья, мг/л

Элемент	Место заготовки сырья	
	Шри-Ланка	Ялта (НБС)
Ba	0,026	0,002
Fe	0,102	0,023
Mn	0,085	0,001
Ni	0,001	0,002
Pb	0,168	0,001
Zn	0,028	0,049
P	7,013	8,202
Mg	5,568	6,386
K	118,029	80,519

Таким образом, комплексная оценка внешних, микроскопических и хроматографических характеристик образцов лекарственного растительного сырья подтверждает их подлинность и соответствие требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации четырнадцатого издания (ФС.2.5.0054.15).

Глава 4 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *ORTHOSIPHON ARISTATUS* (BLUME) MIQ. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ

Особенности роста и развития *Orthosiphon aristatus* показали, что вид с успехом может культивироваться в условиях Южного берега Крыма по однолетнему типу в открытом грунте с последующим переносом растений в теплицу на зимний период, при переходе среднесуточных температур через отметку ниже +10 °С. Защищенный грунт позволяет сохранять жизненную форму *O. aristatus* – многолетнего полукустарника (Коростылев и др., 2021). Анализируя полученные результаты изучения развития *O. aristatus*, следует подчеркнуть, что данный вид можно выращивать, используя в качестве посадочного материала черенки, так как полноценных семян он образует лишь незначительное количество.

4.1 Сезонная динамика роста и развития

Исследование сезонной динамики роста и развития интродуцентов имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Оно способствует разработке стратегий устойчивого использования растительных ресурсов, сохранению биоразнообразия и адаптации к глобальным изменениям климата. В условиях антропогенного воздействия на природу такие исследования становятся важным инструментом для прогнозирования и управления экосистемами.

Интродуценты часто используются в озеленении городов, создании защитных лесополос, а также в сельском хозяйстве. Знание их сезонной динамики позволяет оптимизировать сроки посадки, ухода и сбора урожая, что повышает эффективность их использования.

Ввиду того, что *Orthosiphon aristatus* является растением тропического происхождения, сроки посадки укоренившихся черенков определялись периодом, когда минимальные среднесуточные температуры воздуха не опускались ниже

+15°C. В связи с ежегодными температурными колебаниями эти сроки из года в год приходились на разное время: конец весеннего периода или начало летнего. Так в 2019 году посев семян осуществлялся во II декаде мая, 2020 – в I декаде июня, 2021 – в III декаде мая, 2022 – в I декаде июня, 2023 – во II декаде мая (Приложение А, таблица А4-А6). Продолжительность основных фенологических фаз в годы исследований представлены на рисунке 4.1.

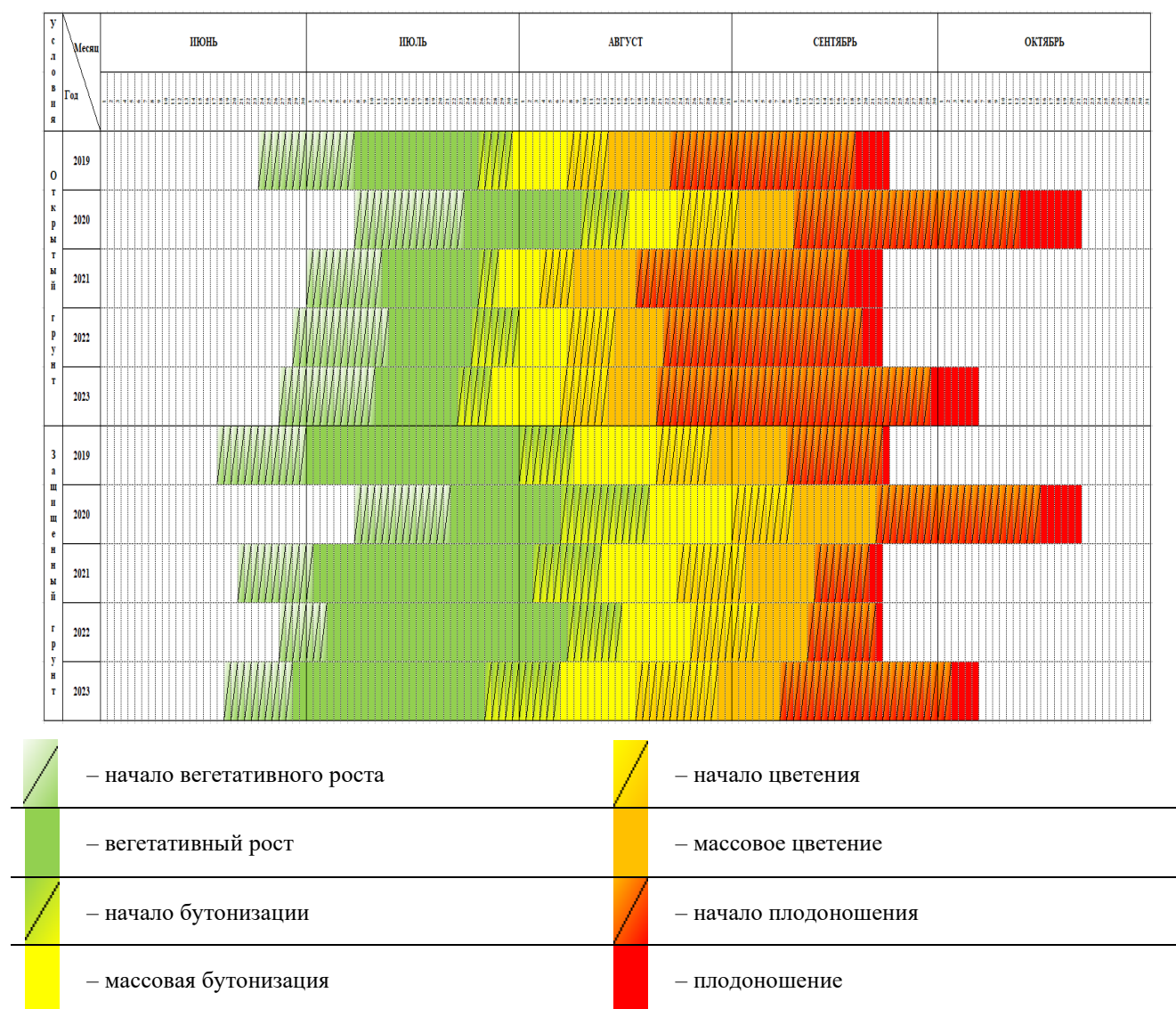


Рисунок 4.1 – Фенологический спектр *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в условиях открытого и защищенного грунта (2019-2023 гг.)

Установлено, что в условиях открытого грунта в среднем за 5 лет исследований начало вегетативного роста наблюдается спустя $33,8 \pm 2,2$ дней, активный – приходится на $47,6 \pm 2,1$ день. Важным показателем для этого физиологического процесса является сумма эффективных температур больше 15°C , накопленная с момента посадки укорененных черенков. В открытом грунте за этот период она составила $356,9 \pm 31,6^\circ\text{C}$. При этом сумма активных температур выше 10°C составила $1071,0 \pm 48,2^\circ\text{C}$ (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Эколого-биологическая характеристика *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (средние значения за 2019-2023 гг.)

Фенологическая фаза	Условия культивирования							
	открытый грунт				защищенный грунт			
	календарный период	Н, см	СЭТ, $^\circ\text{C}$	САТ, $^\circ\text{C}$	календарный период	Н, см	СЭТ, $^\circ\text{C}$	САТ, $^\circ\text{C}$
Вегетативный рост	II-я декада июля	13,4–20,8	357	1071	I-я декада июля	16,9–24,3	371	965
Бутонизация	III-я декада июля	17,5–26,1	552	1565	II-я декада августа	30,7–36,4	807	1968
Массовое цветение	II-я декада августа	29,8–40,2	697	1888	I-я декада сентября	38,6–45,2	1053	2529
Массовое плодоношение	III-я декада августа	37,0–49,2	857	2312	II-я декада сентября	42,8–56,1	1162	2845

Условные обозначения: Н – 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 посадки

В условиях защищенного грунта при посадке укорененных черенков в те же сроки начало вегетативного роста отмечалась на $28,6 \pm 1,5$ день, активный – на $39,6 \pm 2,4$ день. Сумма эффективных температур составила $370,8 \pm 41,7^\circ\text{C}$, активных – $965,0 \pm 73,7^\circ\text{C}$ соответственно.

Следующий этап развития – фаза бутонизации, которая в условиях открытого грунта наступает в третьей декаде июля или спустя $20,0 \pm 1,5$ дней с момента активного вегетативного роста. К тому времени накапливается $1565,0 \pm 69,7^\circ\text{C}$ активных температур, а количество эффективного тепла за межфазный период составляет $194,6 \pm 15,9^\circ\text{C}$. Продолжительность фазы вегетативного роста в условиях защищенного грунта была в 2 раза выше и составила $40,4 \pm 3,3$ дней. Для вступления в фазу бутонизации во второй декаде августа понадобилось $1968,0 \pm 36,2^\circ\text{C}$ активного тепла. Количество эффективного тепла за межфазный период составило $436,2 \pm 36,4^\circ\text{C}$, что в 2,2 раза больше, чем в условиях открытого грунта. Несмотря на это, растения значительно уступали по высоте. В условиях открытого грунта этот показатель варьировал в пределах 17,5–26,1 см, защищенного – 30,7–36,4 см.

Согласно проведенным исследованиям, было установлено, что для наступления фазы массового цветения во второй декаде августа в открытом грунте необходимо в среднем $1888,0 \pm 109,2^\circ\text{C}$ активных температур. К этому времени накапливается порядка 697°C эффективного тепла, а растения достигают 29,8–40,2 см в высоту. С момента посадки укорененных черенков до наступления массового цветения в среднем проходит $82,0 \pm 3,3$ дня. Плодоношение же приходится на третью декаду августа. Для вступления в фазу необходимо $2312,0 \pm 61,6^\circ\text{C}$ активного тепла или 857°C эффективного. Растения достигают 37,0–49,2 см в высоту.

Необходимо отметить, что окончанием вегетации *Orthosiphon aristatus* можно считать период, когда минимальные среднесуточные температуры воздуха опускаются ниже отметки $+15^\circ\text{C}$. В это время рост растений практически приостанавливается, а при дальнейшем понижении температуры воздуха, в частности ниже $+5^\circ\text{C}$, растения погибают (рисунок 4.2). В среднем, период

вегетации (от посадки укорененных черенков до наступления неблагоприятных условий) составляет $126,8 \pm 5,2$ дня. За это время вид проходит полный цикл развития, однако не формирует семян, либо формирует их незначительное количество.

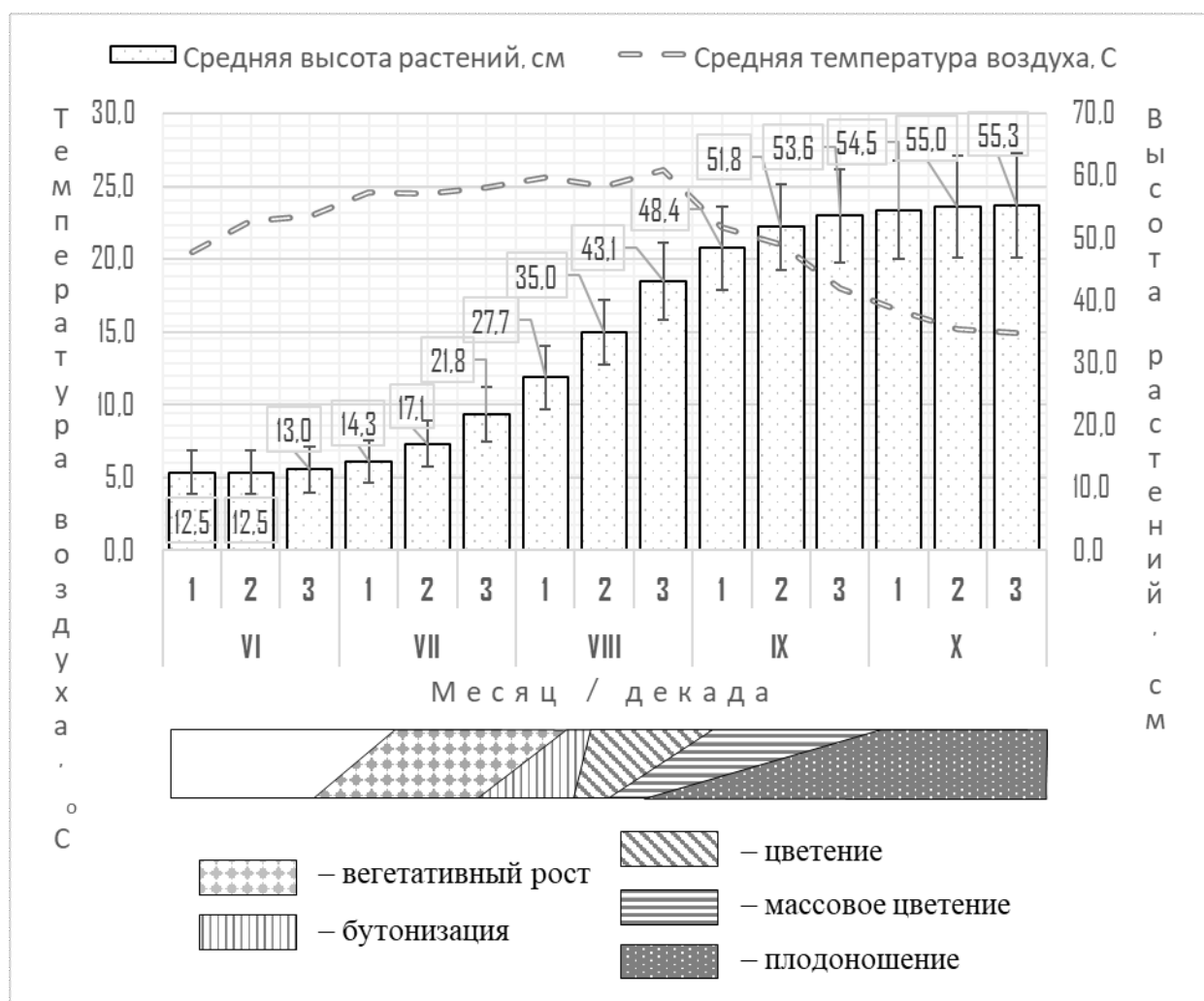


Рисунок 4.2 – Динамика роста и феноспектр *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (средние значения за 2019-2023 гг.)

В условиях защищенного грунта с момента посадки укорененных черенков до наступления массового цветения в среднем проходит $99,0 \pm 1,9$ дней, что в 1,2 раза дольше по сравнению с открытым грунтом. Растения к этому времени достигают 38,6-45,2 см в высоту. Массовое цветение приходится на первую декаду сентября. Для ее наступления необходимо в среднем $2529,0 \pm 43,1$ °C

активных температур или порядка 1053°C эффективного тепла. Плодоношение же приходится на вторую декаду сентября. Для вступления в фазу необходимо $2845,0 \pm 58,5^{\circ}\text{C}$ активного тепла или порядка 1162°C эффективного. Растения достигают 42,8-56,1 см в высоту. В среднем, период вегетации (с момента посадки укорененных черенков до наступления неблагоприятных условий) составляет $126,8 \pm 5,2$ дней.

Несмотря на разницу в сроках наступления фенологических фаз, их продолжительности, а также общее количество тепла, необходимое для их прохождения, вид успешно проходит все фазы развития, как в условиях защищенного грунта, так и в условиях открытого. При этом условия последнего позволяют сократить сроки наступления фазы массового цветения. Немаловажной особенностью также является значительная разница по высоте растений к концу вегетации, что может свидетельствовать о возможности получения потенциально большего выхода свежесобранной надземной массы, которая и является лекарственным сырьем.

Подытоживая можно отметить, что *Orthosiphon aristatus* демонстрирует высокую степень адаптивности и успешно завершает полный цикл развития в условиях открытого грунта, что подтверждает принципиальную возможность и целесообразность ее культивирования с целью получения лекарственного сырья. Однако вид не формирует либо формирует незначительное количество семян, что существенно ограничивает его способность к размножению.

4.2 Особенности цветения и плодоношения

Цветение и плодоношение являются ключевыми показателями репродуктивного успеха интродуцентов. Изучение этих процессов позволяет оценить, насколько успешно растение способно размножаться в новых условиях. Это включает анализ таких параметров, как сроки цветения, продолжительность, количество и качество цветков, эффективность опыления, образование плодов и семян. Эти данные важны для прогнозирования устойчивости популяции интродуцентов в новых условиях.

Интродукция растений часто используется для сохранения редких и исчезающих видов, а также для восстановления нарушенных экосистем. Изучение особенностей цветения и плодоношения таких видов позволяет разработать эффективные методы их размножения и реинтродукции в естественные условия. Это особенно важно для сохранения генофонда редких растений и восстановления биоразнообразия.

В условиях глобального потепления и других изменений климата изучение особенностей цветения и плодоношения интродуцентов помогает прогнозировать их реакцию на экстремальные погодные явления, изменения продолжительности вегетационного периода и другие факторы. Это важно для разработки стратегий адаптации сельского и лесного хозяйства к новым климатическим реалиям.

Исследование особенностей цветения и плодоношения интродуцентов имеет как теоретическое, так и практическое значение. Оно способствует пониманию механизмов адаптации растений к новым условиям, оптимизации их использования в различных отраслях хозяйства, предотвращению распространения инвазивных видов и сохранению биоразнообразия. В условиях глобальных экологических изменений такие исследования становятся важным инструментом для устойчивого управления растительными ресурсами и экосистемами.

Взрослое растение имеет мочковатую корневую систему, ветвистые четырехгранные в нижней части темно-фиолетовые стебли, которые в верхней

части зеленые. Листья короткочерешковые, супротивные, с оттянутой верхушкой, клиновидным основанием и крупными зубцами по краю. Цветки бледно-лиловые или бледно-фиолетовые, образуют верхушечные кистевидные соцветия, в соцветии располагаются двумя супротивными полумутовками, каждая из которых имеет по 2-4 цветка. При каждой мутовке имеются мелкие жесткие прицветники. Закладка и развитие цветков на побеге акропетальное (рисунок 4.3 А), и на верхушке побега находятся самые молодые бутоны и цветки (рисунок 4.3 Б). Во время цветения растение очень декоративно.

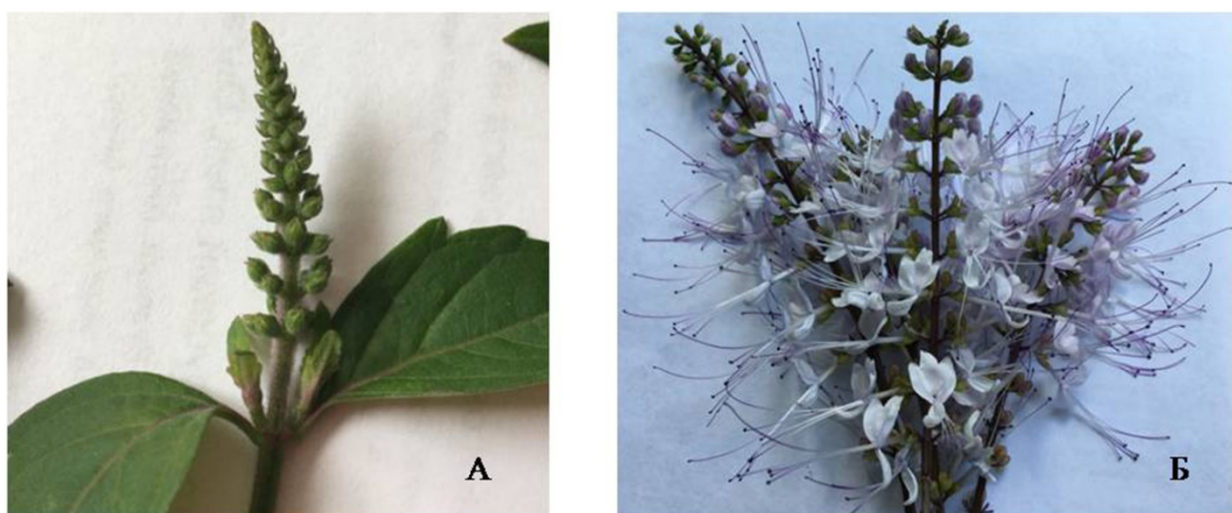


Рисунок 4.3 – Фрагменты побегов *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. на разных стадиях развития (А – бутонизация, Б – цветение)

Цветок *O. aristatus* зигоморфный, чашечка колокольчатая, двугубая, верхняя губа округлая, плоская, нижняя – с четырьмя шиповидными зубцами (рисунок 4.4). Венчик тоже двугубый, с тонкой, прямой трубкой, нижняя губа цельная, немного вогнутая, верхняя – широкая трехлопастная, средняя лопасть с небольшой выемкой (рисунки 4.3 Б, 4.5 А). Практически все части цветка покрыты эфиромасличными 4- и 8-клеточными железами.



Рисунок 4.4 – Чашечка цветка *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

(*ulc* – верхняя губа чашечки, *llc* – нижняя губа чашечки).

Как и у многих видов семейства *Lamiaceae*, андроцей четырехчленный, двусильный, представлен четырьмя тычинками с длинными, далеко выступающими из венчика тычиночными нитями, прикрепленными к трубке венчика, две тычинки короче двух других.

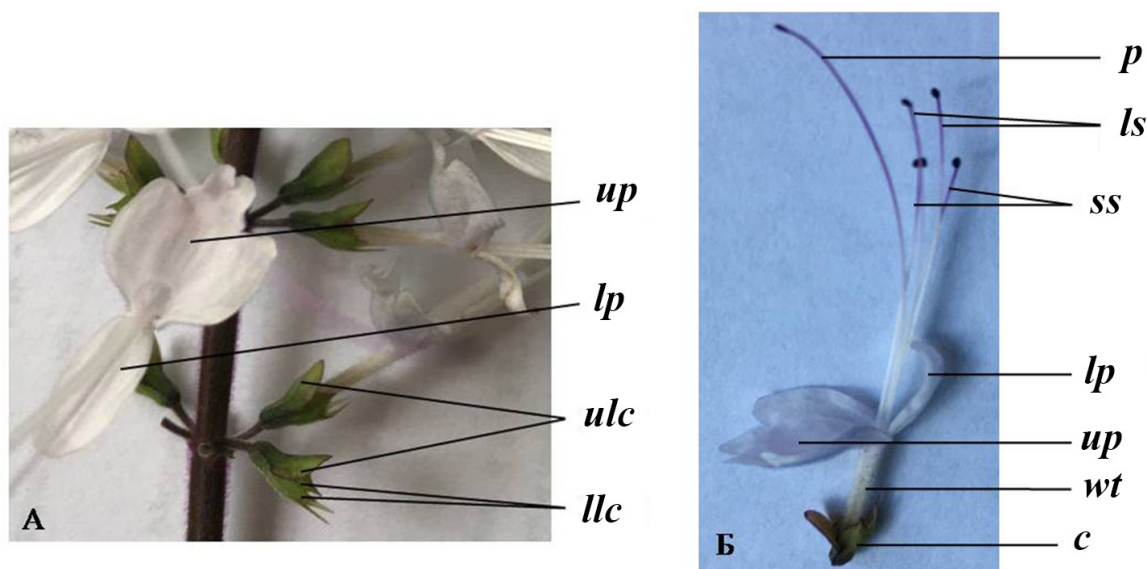


Рисунок 4.5 – Фрагменты цветущих побегов *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

(*up* – верхний лепесток цветка, *lp* – нижний лепесток, *c* – чашечка, *ulc* – верхняя губа чашечки, *llc* – нижняя губа чашечки, *p* – пестик, *ls* – длинные тычинки, *ss* – короткие тычинки, *wt* – трубка венчика).

Завязь верхняя, четырехраздельная, пестик состоит из двух плодолистиков, имеет длинный нитевидный гинобазический столбик, отходящий от основания, а не от верхушки завязи, и двулопастное рыльце (рисунок 4.5 Б). Стенка микроспорангия развивается центробежно, и развитая состоит из эпидермиса, эндотеция, одного, изредка двух средних слоев и тапетума, состоящего из радиально вытянутых клеток. Спорогенная ткань представлена одним, очень редко двумя, рядами крупных клеток с четко выраженными ядром и ядрышком (рисунок 4.6).

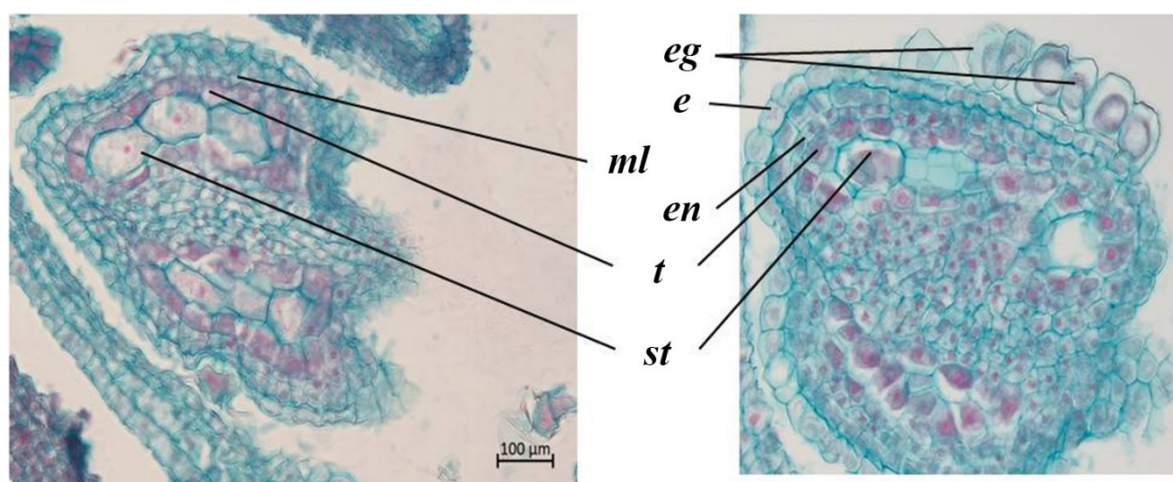


Рисунок 4.6 – Поперечные срезы пыльников *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.:
 eg – эфиромасличные железы, e – эпидермис, en – эндотеций, ml – средний слой,
 t – тапетум, st – спорогенная ткань.

Стенка микроспорангия зрелого пыльника *O. aristatus* представлена деструктивными сплюснутыми остатками клеток эпидермиса, покрытого кутикулой, и фиброзным эндотецием. Фиброзные утолщения особенно четко выражены на стенках, направленных к центру микроспорангия.

Зрелая морфологически нормальная пыльца шестиборозднопоровая, с сетчатой экзиной, 3-клеточная, в массе пыльцы иногда встречаются и 2-клеточные пыльцевые зерна. Генеративная клетка крупная, стреловидная, спермии овальные. Оболочка пыльцевого зерна довольно толстая, шиповатая.

Следует отметить, что в основном пыльцевые зерна стерильные и только единичные нормальные (рисунок 4.7).

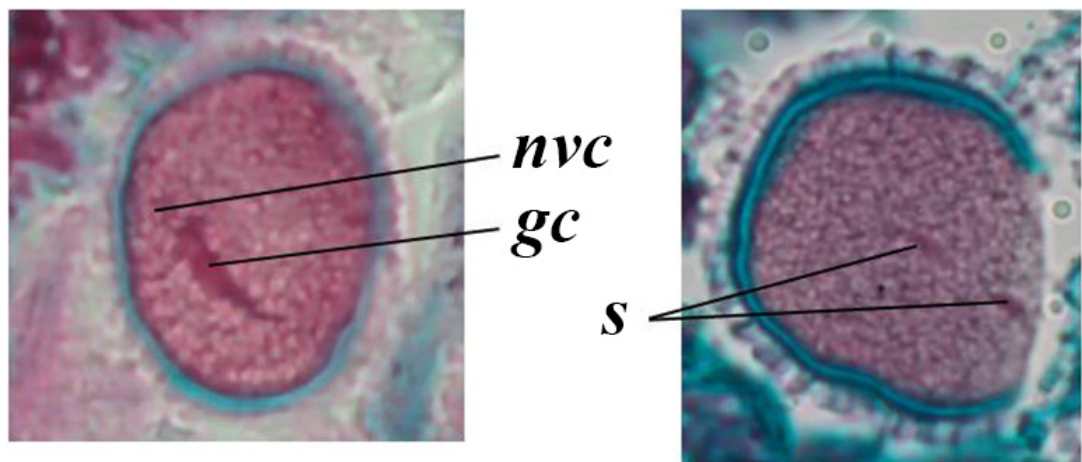


Рисунок 4.7 – Пыльцевые зерна *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.:
nvc – ядро вегетативной клетки, *gc* – генеративная клетка, *sp* – спермии.

Семязачаток анатропный, унитегмальный, медионуцеллятный, проводящий пучок до халазы, четко выражен интегументальный тапетум. Археспорий одно- или двуклеточный, в результате деления образует первичные париетальную и спорогенную клетки (рисунок 4.8).

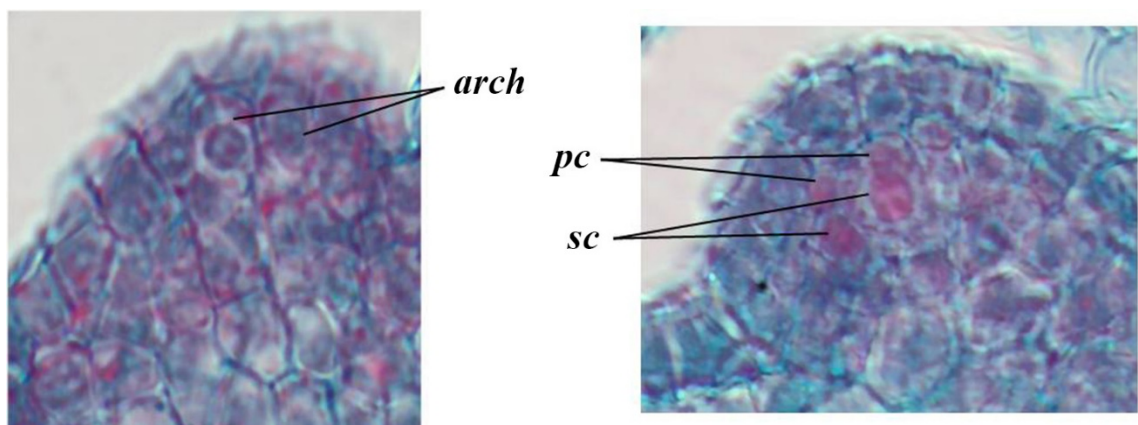


Рисунок 4.8 – Дифференциация и деление археспория *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.:
arch – археспорий, *pc* – париетальные клетки, *sc* – спорогенные клетки.

Спорогенная клетка дифференцируется в мегаспороцит, в котором в результате мейоза формируется тетрада мегаспор. Тетрада мегаспор чаще всего линейная, но иногда встречаются и Т-образные тетрады. Функционирующей обычно является халазальная мегаспора (рисунок 4.9), формирующая зародышевый мешок Polygonum-типа, в строении которого довольно четко выделяются 3 зоны: зауженные микропилярная и халазальная и округлая центральная.

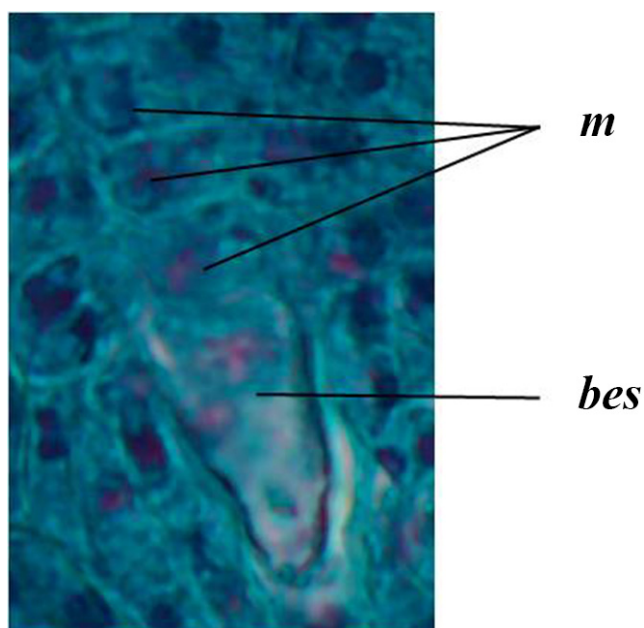


Рисунок 4.9 – Три мегаспоры и двуядерный зародышевый мешок *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.: *m* – мегаспоры, *bes* – двуядерный зародышевый мешок.

Полярные ядра обычно сливаются до оплодотворения.

Следует заметить, что у *O. aristatus* ярко выражено явление протандрии – в то время, когда в микроспорангии уже полностью сформирована стенка, в семязачатке только дифференцирован археспорий; когда в микроспорангии мы наблюдаем двуклеточные пыльцевые зерна, в семязачатке – деление археспория; когда в микроспорангиях идет дифференцирующий митоз, в это время в семязачатке сформирована тетрада мегаспор.

Поскольку гидротермические условия ЮБК отличаются выраженной климатической сезонностью, довольно низкими температурами в осенне-зимний

период и недостаточным количеством осадков, формирование мужских и женских генеративных структур, процесс опыления и последующего оплодотворения проходят с нарушениями, и в конечном итоге значительно ограничивают образование полноценных плодов и семян.

Что касается особенностей формирования генеративных структур, то по основным чертам они подобны другим представителям семейства Lamiaceae: формирование стенки микроспорангия центробежное, и сформированная она включает эпидерму, эндотеций, средний слой и тапетум. Спорогенная ткань однослойная, морфологически нормальная зрелая пыльца, в основном, трехклеточная. Однако бóльшая часть пыльцевых зерен стерильна. Пестик состоит из двух плодолистиков, разделенных перегородками, что приводит к образованию завязи с четырьмя гнездами. Завязь верхняя, столбик гинобазический, с нерасходящимися лопастями рыльца, длинный, выходит за пределы цветка. Зародышевый мешок моноспорический, Polygonum-типа.

Необходимо также подчеркнуть, что в строении цветка *O. aristatus* наблюдается явление геркогамии, а также неодновременное созревание мужских и женских гамет, и в отличие от естественных мест произрастания длительность цветения особи довольно коротка, наличие насекомых-опылителей сомнительно, все это лимитирует эффективное опыление, последующее оплодотворение и формирование плодов и семян.

Конец цветения *O. aristatus* приходится на конец сентября – начало октября, когда минимальные среднесуточные температуры воздуха опускаются ниже +15 °C. Последующее понижение температуры приводит сначала к приостановке роста и развития растений, а затем к их гибели.

По мере цветения на единичных соцветиях в их нижней части могут образовываться плоды. Плод состоит из 1–4 семян, заключенных в неоппадающую чашечку (рисунок 4.10).

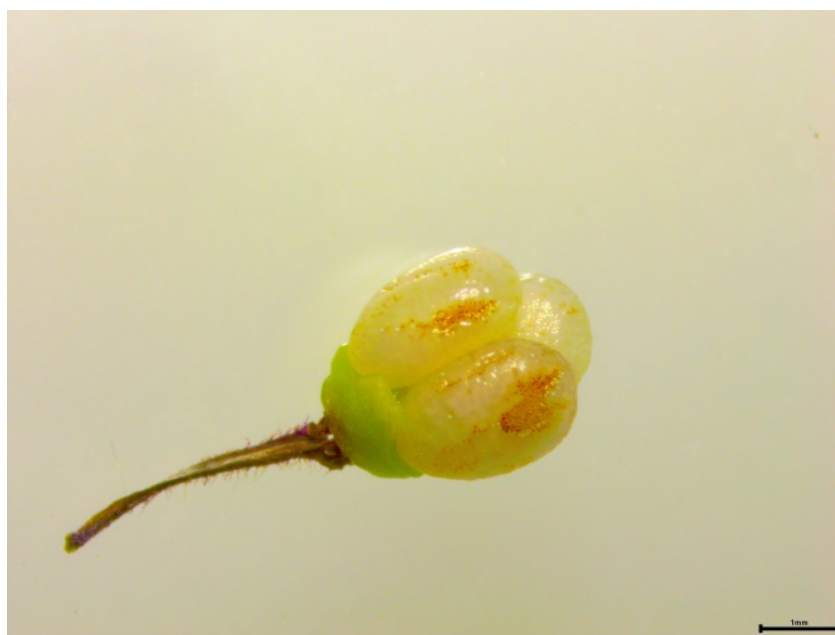


Рисунок 4.10 – Внешний вид плода *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., состоящего из 3х семян (чашечка удалена для наглядности)

При выращивании *O. aristatus* на Южном берегу Крыма в открытом грунте полноценные плоды завязываются чрезвычайно редко и до созревания опадают. Весьма незначительное их количество может формироваться при среднесуточной температуре воздуха +25 °С.

Семена *O. aristatus* образуются в процессе опыления и оплодотворения, поэтому их можно потенциально использовать для генеративного размножения и для традиционной селекции.

4.3 Биология семян в контексте генеративного размножения

Изучение биологии семян интродуцентов представляет собой одно из ключевых направлений в ботанике, экологии и интродукционной биологии. Семена являются основным средством генеративного размножения растений, обеспечивая их распространение, выживание и адаптацию к новым условиям. Для интродуцентов, перемещенных за пределы их естественного ареала, биологические особенности семян становятся критически важными для успешной интеграции в новые экосистемы. Исследование этих особенностей имеет как фундаментальное, так и прикладное значение.

Семена интродуцентов играют ключевую роль в их распространении и адаптации к новым условиям. Изучение таких аспектов, как морфология семян, их физиология, биохимический состав, условия прорастания и состояние покоя, позволяет понять, как растения преодолевают барьеры на пути к успешному укоренению и росту. Это особенно важно для прогнозирования успешности интродукции и предотвращения нежелательного распространения инвазивных видов.

Для успешного размножения интродуцентов необходимо детальное знание их семенной биологии. Это включает изучение сроков созревания семян, условий их хранения, предпосевной обработки (например, стратификации или скарификации) и оптимальных условий для прорастания. Такие исследования позволяют разработать эффективные методы размножения, что особенно важно для сохранения редких и исчезающих видов, а также для использования интродуцентов в сельском хозяйстве, лесном хозяйстве и декоративном садоводстве.

Вид *O. aristatus* имеет семена овальной формы с небольшим сужением на концах, прикрепленных к основанию лепестков. В процессе созревания семян их цвет изменяется на красновато-коричневый. Семена, достигшие физиологической зрелости, имеют желтовато-зеленый цвет чашелистика, а цвет семян становится коричневым (рисунок 4.11).

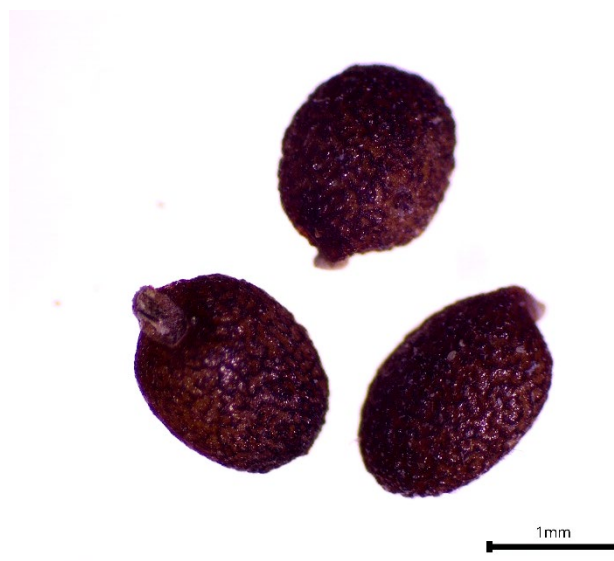


Рисунок 4.11 Семена *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в период физиологической зрелости

При этом их длина в среднем составляет 2,00 мм, ширина – 1,40 мм, а толщина – 0,97 мм. Рассмотрев таблицу 4.2, можно заметить очень низкий уровень изменчивости морфометрических параметров семян, что может свидетельствовать о высокой выполненности последних.

Таблица 4.2 – Морфометрические параметры семян *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Признак	$\bar{X} \pm m$	Min	Max	V, %
Длина, мм	2,00±0,04	1,85	2,26	4,78
Ширина, мм	1,40±0,01	1,32	1,47	2,71
Толщина, мм	0,97±0,03	0,85	1,20	9,32
Длина/Ширина	1,43±0,02	1,28	1,56	4,33

Цветущий экземпляр растения данного вида демонстрирует асинхронный характер цветения, что в свою очередь приводит к образованию семян, предназначенных для размножения, которые, однако, не могут быть собраны одновременно. Это обстоятельство делает сбор семян особой задачей, требующей внимания к индивидуальным стадиям физиологической зрелости, в которых находятся различные семена. Незрелые семена, на начальных этапах своего развития, обладают бледно-зеленым или белым цветом, что сигнализирует о том, что они еще не готовы к дальнейшему распространению. Напротив, зрелые семена различаются по окраске и могут быть красновато-коричневыми или темно-коричневыми, что служит индикатором их готовности к прорастанию (Коростылев, 2023).

Тем не менее, при наблюдении за *O. aristatus* в условиях открытого грунта Южного берега Крыма, было установлено, что полноценные плоды формируются крайне редко. Более того, зачастую они опадают до достижения стадии полного созревания, что затрудняет процесс сбора семян. В отличие от открытого грунта, условия защищенного грунта могут создать более благоприятные условия для образования некоторого количества плодов, особенно если среднесуточная температура воздуха поддерживается на уровне +25°C (Шевченко и др., 2021).

Кроме того, в контексте репродуктивной стратегии данного растения следует отметить существование двух возможных типов опыления: самоопыление и перекрестное опыление. Самоопыление может проявляться как более доминирующая форма, учитывая асинхронный характер цветения, при котором цветки открываются последовательно, начиная от основания и заканчивая верхушкой соцветия. В то же время, перекрестное опыление возможно благодаря специфическому расположению рыльца и пыльника, где рыльце находится выше пыльника, что может способствовать переносу пыльцы с одного растения на другое, увеличивая генетическое разнообразие и шансы на успешное размножение.

В ходе проведенных наблюдений выяснилось, что не все цветки растения *O. aristatus* способны успешно формировать семена, и данное явление связано с

недостаточным или некорректным опылением. Этот вывод находит свое подтверждение в исследовании, проведенном Mohamad (2015), в котором было установлено, что пыльца *O. aristatus* имеет возможность нормально прорасти в условиях искусственного опыления цветка, что в свою очередь приводит к последующему образованию семян (Febjislami et al., 2019).

Что касается процесса прорастания семян *O. aristatus*, то он требует порядка 14 дней. Важно отметить, что при проверке жизнеспособности семян, если они остаются плотными, это может свидетельствовать о их готовности к прорастанию. При этом возникает интересный феномен – семена покрываются слоем слизи различной толщины, который образуется семенной оболочкой в результате контакта с водой. Под воздействием влаги семенная оболочка на стебле зародыша начинает раскалываться, и таким образом происходит прорастание, в результате чего из семени появляется корень, который развивается в тонкие корешки, обеспечивая растение необходимыми питательными веществами.

В процессе прорастания также наблюдаются изменения цвета в области, прилегающей к семядолям, которая начинает приобретать зеленый оттенок (рисунок 4.12). Семядольные листочки начинают подниматься и продвигаются, пока не выйдут из семенной оболочки, но их положение по-прежнему остается закрытым. Успешное прорастание семян приводит к образованию полноценного ростка, в структуре которого отчетливо прослеживаются первичные корни, стебли и семядоли. Эти последовательные стадии прорастания играют важную роль в жизненном цикле растения и определяют его дальнейшее развитие и выживаемость в природной среде.

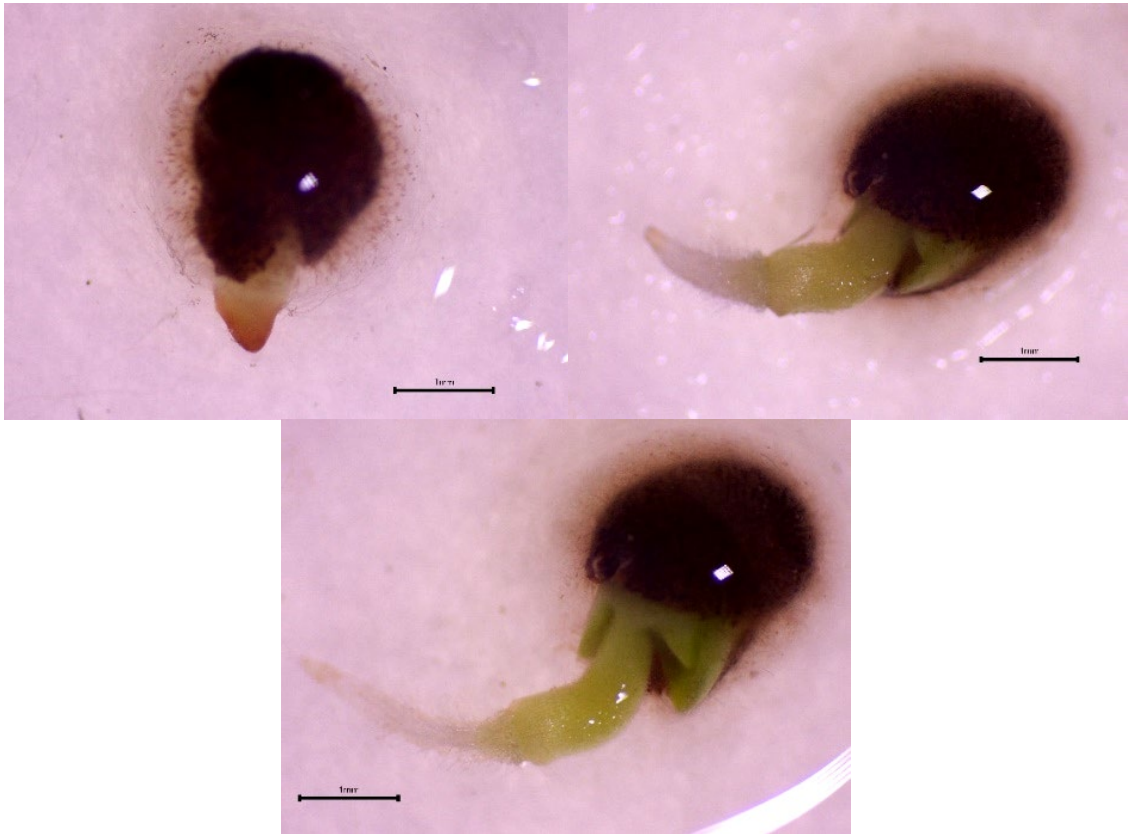


Рисунок 4.12 – Особенности прорастания семени *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Семена *O. aristatus* проявляют надземное прорастание. В ходе онтогенеза развитие проростков этого растения происходит вне семени. После появления зародышевого корешка на поверхность почвы появляются две семядоли, находящиеся внутри семенной кожуры или без нее. Прогрессивно дугообразный гипокотиль принимает вертикальное положение с расположением семядолей по горизонтали.

4.4 Особенности вегетативного размножения

Выращивание растений из стеблевых черенков представляет собой один из самых распространенных и популярных методов вегетативного размножения, который широко применяется как любителями, так и профессионалами в садоводстве и цветоводстве. Этот метод обладает множеством преимуществ, однако его реализация сопряжена и с определенными трудностями. Основной проблемой, с которой сталкиваются садоводы при использовании стеблевых черенков, является необходимость поддержания жизнеспособности отделенного от маточного растения черенка на протяжении всего периода, который требуется для формирования новой корневой системы. Это время может варьироваться в зависимости от условий, в которых происходит укоренение, и от специфических характеристик самого растения.

Важной отличительной чертой метода стеблевого черенкования является то, что черенки отделяются от материнского растения, в то время как при размножении методом отводков этот процесс происходит иначе. При использовании отводков стебель остается прикрепленным к материнскому растению и продолжает получать из него питательные вещества до тех пор, пока не сформируется собственная корневая система, что делает этот метод более безопасным в плане поддержки жизнеспособности растительного материала.

Интересно отметить, что у различных видов растений способность к образованию придаточных корней из стеблевых черенков проявляется в разной степени. У некоторых видов эта способность является весьма высокой, что позволяет легко и эффективно размножать их с использованием данного метода. В то же время, для других видов растений размножение стеблевыми черенками оказывается практически невозможным или крайне трудоемким и ненадежным процессом. Как правило, данное свойство более выражено у растений, относящихся к более молодым по филогенетическому происхождению видам. Особенно это характерно для травянистых растений и кустарников, тогда как древесные формы обладают меньшей способностью к образованию придаточных

корней, что делает использование стеблевых черенков для их размножения менее практичным. Таким образом, успешность данного метода в значительной степени зависит от типа и специфики растения, а также от условий, в которых черенки будут укореняться.

С целью определения потенциальной способности вида к вегетативному размножению, было осуществлено исследование, в рамках которого были изучены особенности ризогенеза стеблевых черенков *Orthosiphon aristatus*. Успешная регенерация придаточных корней зависит не только от состояния самого черенка, но и от его места расположения на растении, а также от типа побега, из которого он был взят.

В нашем исследовании особое внимание уделялось выбору места заготовки стеблевых черенков, что является критически важным фактором для окончательного успеха эксперимента. Мы рассматривали черенки, полученные как с побегов первого порядка, так и с побегов второго порядка. Такой подход позволил нам получить более полное представление о различиях в способности к ризогенезу, в зависимости от их происхождения. Подготовка исследуемого материала проводилась в период активного вегетативного роста, что, безусловно, позитивно сказывается на жизнеспособности черенков и, как следствие, на их способности к укоренению.

Одним из ключевых этапов в развитии представлений о внутренних механизмах, управляющих дифференциацией корневых зачатков, стало открытие специфической категории физиологически активных соединений у растений. Эти соединения способны существенно влиять на разнообразные процессы, связанные с ростом и развитием растений. В научной литературе они именуются различными терминами, такими как фитогормоны, стимуляторы и ингибиторы роста. На сегодняшний день наиболее распространенным термином является «регуляторы роста», который подчеркивает двойственную природу этих веществ, выражающуюся в их способности как активировать, так и тормозить процессы роста.

С учетом вышеизложенного в рамках нашего исследования мы использовали ряд различных методов, направленных на стимуляцию корнеобразования стеблевых черенков. Мы выделили три основных варианта обработки, которые различались по своим характеристикам и составу. Первый вариант представлял собой контрольный пример, где черенки обрабатывались простой водой, что позволяло установить базовый уровень корнеобразования без дополнительных внешних факторов. Второй вариант включал в себя обработку нижней части черенков водным раствором β -индолил-3-масляной кислоты (ИМК), концентрация которого составляла 50 мг/л. Этот синтетический регулятор роста и развития растений относится к ауксиновому ряду и был использован с экспозицией в течение 18 часов. Третий вариант заключался в опудривании нижней части черенков смесью активированного угля с ИМК в пропорции 0,5 г/кг непосредственно перед их высадкой в парник. Данный подход позволил оценить влияние различных методов обработки на эффективность корнеобразования, что, в свою очередь, предоставит более полное понимание роли регуляторов роста в этом процессе (Приложение Б, таблица Б4).

Результаты проведенных вычислений, касающихся количества укоренившихся черенков, представлены в таблице 4.3. Из полученных данных следует, что при обработке зеленых черенков водой наблюдалось корнеобразование у 88,55% черенков, полученных из побегов первого порядка, в то время как для черенков, изъятых из побегов второго порядка, этот показатель составил 86,22%.

При анализе процесса укоренения стеблевых черенков, полученных из побегов первого порядка, следует отметить, что в экспериментальной группе, соответствующей варианту 2, количество укоренившихся черенков достоверно не превысило данные контрольной группы, где использовалась вода в качестве единственного средства обработки. Соответствующий показатель в варианте 2 составил 95,33%. Кроме того, в варианте 3 было зафиксировано незначительное увеличение данного параметра, который составил 91,00%, по сравнению с контрольной группой, что также стоит иметь в виду.

Таблица 4.3 – 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
НСР _{А 05} = 7,82 НСР _{В 05} = 9,58 НСР _{АВ 05} = 5,53			

Что касается черенков, полученных из побегов второго порядка, то в данном случае достоверного превышения количества укорененных черенков по отношению к контрольной группе в варианте 2 не наблюдалось; этот показатель составил 92,00%. Также следует отметить, что в варианте 3 для черенков второго порядка было зафиксировано минимальное увеличение числа укоренившихся черенков по сравнению с контролем, что отразилось на результате с уровнем 87,11%.

Анализ данных, полученных в результате подсчета количества придаточных корней, позволил сделать ряд интересных выводов. В контрольной группе, где черенки из побегов первого порядка обрабатывались простой водой, было зафиксировано среднее количество придаточных корней, равное 8,64 штуки. В то же время, черенки, полученные из побегов второго порядка, показали несколько меньший результат, составив в среднем 8,18 корней.

При применении водного раствора регулирования роста и развития с концентрацией ИМК 50 мг/л, представленного в варианте 2, не удалось достоверно выявить увеличение числа корней первого порядка. В результате

использования черенков из побегов первого порядка был получен средний показатель в 10,50 корней, а для побегов второго порядка этот показатель составил 9,81 корня.

В варианте 3, где осуществлялось опудривание черенков смесью активированного угля и ИМК в количестве 0,5 г/кг, результаты также не продемонстрировали значительных изменений по сравнению с контрольной группой. Так, черенки, полученные из побегов первого порядка, насчитывали в среднем 9,12 корней, в то время как черенки из побегов второго порядка показали аналогичный результат, равный 8,94 корня. Данные результаты подчеркивают важность всестороннего изучения влияния различных методов обработки на корнеобразование и подтверждают, что в рассматриваемых условиях исследования ни один из тестируемых вариантов не дал значительного эффекта по сравнению с контрольной группой.

Изучение длины придаточных корней у укорененных черенков позволило получить интересные данные о их характеристиках в различных условиях обработки (таблица 4.4).

В контрольном варианте, где использовалась вода как единственный регулятор, было установлено, что длина корней у черенков, полученных из побегов первого порядка, составила в среднем 3,21 см, тогда как у черенков из побегов второго порядка этот показатель оказался немного ниже – 3,07 см.

При дальнейшем исследовании длины корней первого порядка у укорененных черенков, полученных из побегов *Orthosiphon aristatus* как первого, так и второго порядков, было выявлено, что ни одно из условий обработки не привело к существенному увеличению этого параметра по сравнению с контрольной группой. Тем не менее, наибольшее значение длины корней наблюдалось в варианте 2, где использовались побеги первого порядка, и составило 4,19 см. Для побегов второго порядка этот показатель оказался равным 3,67 см.

Таблица 4.4 – 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
НСР _{А 05} = 3,33 НСР _{В 05} = 4,08 НСР _{АВ 05} = 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
НСР _{А 05} = 1,41 НСР _{В 05} = 1,72 НСР _{АВ 05} = 0,99			

Анализ полученных данных позволяет заключить, что на репродукционные параметры, касающиеся развития корневой системы укорененных черенков *Orthosiphon aristatus*, наблюдается некоторое положительное влияние водного раствора ИМК с концентрацией 50 мг/л (вариант 2) по сравнению с контролем,

где все черенки обрабатывались водой, а также с вариантом 3, где осуществлялось опудривание нижней части черенков смесью активированного угля и ИМК в дозировке 0,5 г/кг перед посадкой. Однако стоит отметить, что это влияние не является значительным.

Дополнительно следует подчеркнуть, что среднее количество корней первого порядка у черенков, полученных из побегов первого порядка, составило 10,50 штук, а их средняя длина достигла 4,19 см. В то же время, для черенков, полученных из побегов второго порядка, было зафиксировано 9,81 штук при длине корней 3,67 см.

В результате проведенного исследования, посвященного размножению стеблевыми черенками растения *Orthosiphon aristatus*, были получены определенные данные, касающиеся их укореняемости и биометрических характеристик корневой системы. Оказалось, что эти показатели не зависят от различных вариантов обработки нижних срезов черенков с использованием индолилмасляной кислоты, а также от порядка побегов, из которых были заготовлены черенки.

Анализ показал, что наибольшее количество укорененных черенков было получено из побегов первого и второго порядков в экспериментальном варианте 2, где применялся водный раствор индолилмасляной кислоты (ИМК) с концентрацией 50 мг/л. В этом случае количество укорененных черенков превысило показатели контрольной группы всего в 1,07 раза. Однако, как показывает практика, в большинстве случаев применение индолилмасляной кислоты в различных методах обработки не привело к статистически достоверному увеличению биометрических характеристик корневой системы черенков, полученных как из побегов первого, так и второго порядков, в сравнении с контрольными данными.

Тем не менее, следует отметить, что в варианте 2 наблюдались несколько улучшенные биометрические показатели развития корневой системы у укорененных черенков *Orthosiphon aristatus*. В частности, количество корней первого порядка в этом варианте превышало аналогичный показатель

контрольной группы в 1,21 раза, в то время как длина корней оказалась больше в 1,25 раза.

При детальном анализе репродукционных параметров укорененных черенков, полученных из побегов первого порядка, не было выявлено статистически значимого превышения этих показателей по сравнению с черенками, заготовленными из побегов второго порядка, во всех вариантах эксперимента.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при вегетативном размножении *Orthosiphon aristatus* оптимальные биометрические характеристики корневой системы достигаются благодаря обработке нижних срезов черенков как стимуляторами корнеобразования, такими как водный раствор индолилмасляной кислоты в концентрации 50 мг/л или опудривание нижней части черенков смесью активированного угля с ИМК в дозировке 0,5 г/кг. При этом также возможна эффективная обработка с использованием обычной воды, независимо от порядка побегов, из которых были заготовлены черенки.

В результате всестороннего анализа и исследования, проведенного в рамках наших экспериментов, были получены важные выводы касательно способности к укоренению черенков растения *Orthosiphon aristatus*. Обнаружено, что данный вид демонстрирует значительное корнеобразование, превышающее 70%. Эти данные позволяют с уверенностью классифицировать *Orthosiphon aristatus* как легкоукореняемое растение.

Дальнейшие наблюдения, проведенные за укоренившимися черенками, показали, что данные экземпляры активно вступают в фазу вегетативного роста и развития (рисунок 4.13).



Рисунок 4.13 – Укорененный черенок *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.
в период отрастания

Таким образом, результаты исследований подтверждают не только легкость укоренения черенков этого вида, но и их хорошую жизнеспособность после переноса в условия вегетации, что делает *Orthosiphon aristatus* перспективным объектом для дальнейшего изучения и использования в садоводстве и цветоводстве. Эти выводы открывают новые горизонты для исследования оптимизации условий размножения данного вида растения и могут способствовать улучшению практик его возделывания.

4.5 Продуктивность и качество надземной фитомассы

Оценка продуктивности надземной фитомассы интродуцентов является важным направлением в ботанике, экологии, интродукционной биологии и сельском хозяйстве. Надземная фитомасса, представляющая собой совокупность

растительной массы, является ключевым показателем биологической продуктивности растений и их роли в экосистемах. Для интродуцентов, перемещенных за пределы их естественного ареала, оценка этого параметра позволяет понять их адаптационный потенциал, устойчивость к новым условиям и возможность использования в различных отраслях хозяйства. Это исследование имеет как фундаментальное, так и прикладное значение.

Продуктивность надземной фитомассы интродуцентов отражает их способность адаптироваться к новым экологическим условиям, включая климатические, почвенные и биотические факторы. Высокая продуктивность может свидетельствовать об успешной интеграции растения в новую среду, тогда как низкая продуктивность указывает на возможные проблемы, такие как недостаток ресурсов или неблагоприятные условия. Это важно для прогнозирования успешности интродукции и разработки мер по поддержке растений.

В результате сравнительного анализа результатов исследования биометрических характеристик и продуктивности надземной фитомассы *Orthosiphon aristatus* в условиях открытого и защищенного грунта в среднем за период исследований удалось выделить некоторые ключевые аспекты (таблица 4.5).

Значения толщины корневой шейки у *Orthosiphon aristatus* как в условиях открытого грунта ($0,8 \pm 0,1$ см), так и защищенного ($0,7-0,9$ см) сопоставимы, с минимальным диапазоном изменений. Вариация признака (V, %) в открытом грунте составляет 6,5%, а в защищенном 5,7%, что указывает на схожую однородность размеров корневой шейки. Это может свидетельствовать о том, что условия, влияющие на формирование корневой системы, в целом схожи в обоих типах культивирования. При рассмотрении такого параметра как высота растений, наблюдается более заметное различие: в открытом грунте высота растений составляет $55,4 \pm 3,2$ см, что значительно ниже, чем в защищенном грунте ($62,3 \pm 3,8$ см). При этом в обоих случаях признак имел среднюю степень варьирования. Средний диаметр растений в открытом грунте ($72,0 \pm 5,8$ см) также

несколько ниже, чем в защищенном грунте ($78,2 \pm 6,2$ см). Данный показатель, как и высота растений имел среднюю степень варьирования.

Таблица 4.5 – Биометрические особенности и продуктивность надземной фитомассы *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в период массового цветения – плодоношения в зависимости от условий культивирования (средние значения за 2019-2023 гг.)

Параметр	Открытый грунт				Защищенный грунт			
	X $\pm$ m	Min	Max	V, %	X $\pm$ m	Min	Max	V, %
Т кш, см	$0,8 \pm 0,1$	0,8	0,9	6,5	$0,8 \pm 0,1$	0,7	0,8	5,7
В р, см	$55,4 \pm 3,2$	44,1	64,1	13,0	$62,3 \pm 3,8$	47,4	68,8	13,7
Д р *, см	$72,0 \pm 5,8$	56,4	83,7	17,9	$78,2 \pm 6,2$	58,3	95,7	17,8
К п *, шт.	$7,3 \pm 0,6$	5,9	9,5	19,1	$4,9 \pm 0,2$	4,4	5,3	6,9
Дл п *, см	$48,3 \pm 4,0$	36,0	57,0	18,7	$51,8 \pm 4,1$	38,1	63,3	17,7
П р, г/раст.	$147,3 \pm 25,0$	69,5	211,6	37,9	$80,2 \pm 8,5$	51,5	96,5	23,8

Условные обозначения: Т кш – толщина корневой шейки, В р – высота растений, Д р – диаметр растений, К п – количество побегов первого порядка, Дл п – длина побегов первого порядка, П р – продуктивность надземной фитомассы с растений.

Подсчет количества побегов первого порядка показал, что в условиях открытого грунта наблюдается большее количество побегов – в среднем $7,3 \pm 0,6$ шт., тогда как в защищенном – $4,9 \pm 0,2$ шт. При этом средняя длина побегов первого порядка в открытом грунте составляет $48,3 \pm 4,0$ см, что немного ниже, чем $51,8 \pm 4,1$ см в защищенном грунте.

Наиболее значительное различие наблюдается в продуктивности: в открытом грунте средний показатель составляет $147,3 \pm 25,0$ г/раст., тогда как в защищенном грунте – всего $80,2 \pm 8,5$ г/раст. Однако при этом, в обоих случаях признак имел высокую степень вариации.

В целом, результаты показывают, что *Orthosiphon aristatus*, несмотря на наличие схожести в некоторых биометрических признаках, показывает более высокую продуктивность и количество побегов в условиях открытого грунта. Однако защищенный грунт способствует увеличению высоты и диаметра растений, что может быть полезным при размножении вида черенками (Приложение В, таблица В4).

Качество растительного сырья интродуцентов может изменяться в зависимости от условий выращивания (климат, почва, агротехника). Изучение этих изменений позволяет понять, как растения адаптируются к новым условиям и какие факторы влияют на их химический состав и биологическую активность. Это важно для прогнозирования успешности интродукции и разработки технологий выращивания.

Многие интродуценты являются источниками биологически активных веществ, используемых в фармакологии и медицине. Оценка качества их сырья (например, содержание алкалоидов, гликозидов, эфирных масел) позволяет определить их потенциальную ценность для производства лекарственных препаратов. Это особенно важно для поиска новых источников лекарственного сырья и разработки препаратов на растительной основе.

Некоторые интродуценты могут накапливать токсичные вещества (тяжелые металлы, пестициды, нитраты) в своих тканях, что делает их непригодными для использования в пищевой или фармацевтической промышленности. Оценка качества растительного сырья позволяет выявить такие риски и разработать меры по минимизации воздействия загрязняющих веществ.

Оценка качества растительного сырья интродуцентов имеет как теоретическое, так и практическое значение. Она способствует пониманию механизмов адаптации растений к новым условиям, оптимизации их

использования в различных отраслях хозяйства, предотвращению экологических рисков и сохранению биоразнообразия. В условиях глобальных экологических изменений такие исследования становятся важным инструментом для устойчивого управления растительными ресурсами и экосистемами.

С целью оценки качества лекарственного сырья ортосифона тычиночного, полученного в условиях Южного берега Крыма, проведен его биохимический анализ (Приложение В, таблица В5-В6).

Согласно требованиям Государственной фармакопеи Российской Федерации XIV издания (ФС.2.5.0088.18) для медицинских целей используются собранные в течение вегетации и высушенные листья и верхушки побегов культивируемого многолетнего травянистого растения ортосифона тычиночного (почечного чая) – *Orthosiphon stamineus* Benth. (син. *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.) (рисунок 4.14).



Рисунок 4.14 – Внешний вид сырья *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Подлинность образцов сырья была подтверждена на основании соответствия диагностических внешних и микроскопических признаков

(указанных в ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV), а также качественно методом тонкослойной хроматографии в соответствии с методикой, указанной в разделе «Тонкослойная хроматография» ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV по присутствию на хроматограмме 96%-ного спиртового извлечения из ортосифона тычиночного листьев характерных аналитических зон адсорбции.

Исследуемое лекарственное сырье представляет собой совокупность различных морфологических элементов растения *Orthosiphon aristatus*, включающих куски листьев, стеблей и верхушек побегов. Следует отметить, что преобладающую часть данного сырья составляют изломанные листья, хотя встречаются также отдельные цельные, частично скрученные листья с короткими черешками.

Детальное изучение морфологических особенностей листовой пластинки показало, что она в основном имеет ромбовидно-эллиптическую или продолговато-яйцевидную форму с заостренной верхушкой и клиновидным основанием. Край листовой пластинки в верхней части характеризуется крупнопильчатым очертанием, тогда как в нижней части он является цельнокрайним. Поверхность листа сверху голая, а снизу по жилкам отмечается наличие редких волосков. Примечательной морфологической чертой листовой пластинки является присутствие точечных железок, хорошо различимых под лупой на всей ее площади.

Не менее важными диагностическими признаками являются особенности строения стеблей исследуемого растительного сырья. Стебли *Orthosiphon aristatus* имеют четырехгранную форму, толщину до 2,5 мм. Верхушки побегов несут супротивно расположенные листья.

Окраска различных органов растения также представляет значительный интерес для идентификации лекарственного сырья. Так, листья варьируют по цвету от зеленого и серовато-зеленого до фиолетово-коричневого, в то время как стебли окрашены в зеленовато-коричневый или фиолетово-коричневый цвет с желтовато-белой сердцевинкой на изломе.

Микроскопическое исследование препаратов, полученных из листовой пластинки почечного чая, выявило ряд весьма примечательных морфологических особенностей данного растения (рисунок 4.15).

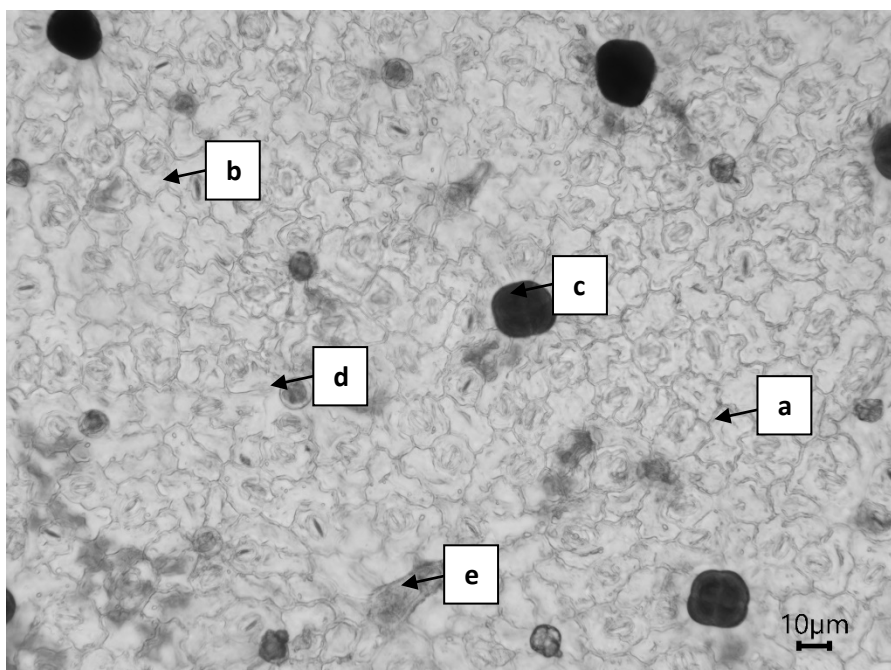


Рисунок 4.15 – Фрагмент нижней стороны листа *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.:

а – клетки эпидермиса с сильноизвилистыми стенками, б – устьица диацитного типа, с – эфирномасличная железа, d – головчатый волосок, e - простой многоклеточный волосок с бородавчатой поверхностью (2-клеточный волосок).

На верхней эпидермальной поверхности листа обнаруживаются многоугольные клетки с прямыми или слегка извилистыми клеточными стенками. Данная структура эпидермы характеризуется достаточно равномерным распределением клеток и отсутствием явно выраженных вариаций их размеров и формы. В свою очередь, клетки нижней эпидермальной поверхности листа отличаются более мелкими размерами и значительно более сильно извилистыми контурами клеточных стенок. Такое различие в клеточной организации верхней и

нижней эпидермы листа *Orthosiphon aristatus*, вероятно, связано с адаптацией к условиям произрастания и выполнением дифференцированных функций.

Устьичный аппарат представлен устьицами, расположенными на обеих сторонах листовой пластинки. Однако следует отметить, что на нижней поверхности листа устьица встречаются значительно чаще и сопровождаются 2-3 околоустьичными клетками. Подобная организация устьичного комплекса соответствует диацитному типу, характерному для семейства яснотковых, к которому принадлежит *Orthosiphon aristatus*. Данная особенность строения устьиц свидетельствует об адаптации растения к условиям произрастания и, вероятно, играет важную роль в регуляции газообмена и транспирации.

Особо следует отметить весьма примечательные структуры, встречающиеся на листовой пластинке почечного чая, – эфирномасличные железки. Данные образования состоят из короткой одноклеточной ножки и довольно крупной округлой или округло-четырёхугольной головки, сформированной 4, реже 6-8 клетками. Примечательно, что в головке эфирномасличной железки часто обнаруживается коричневое или темно-коричневое содержимое, предположительно представляющее собой накопленные эфирные масла. Кроме того, клетки эпидермиса вокруг места прикрепления железки образуют характерную розетку, что, возможно, связано с процессами секреции и выделения эфирных масел.

Помимо эфирномасличных железок, на обеих сторонах листовой пластинки *Orthosiphon aristatus* встречаются простые и головчатые волоски. Простые волоски представлены одноклеточными и многоклеточными (2-7 клеток) структурами с бородавчатой поверхностью. При этом более крупные простые волоски расположены преимущественно по краю листа и вдоль основных жилок. Головчатые волоски состоят из округлой одно- или двухклеточной головки, часто наполненной желто-коричневым содержимым, и короткой одноклеточной ножки. Вероятно, данные трихомные образования также играют определенную роль в накоплении и выделении эфирных масел (Коростылев и др., 2025).

Из данных таблицы 4.6 следует, что показатели качества исследуемых образцов ортосифона тычиночного листьев, в том числе влажность, зола общая, зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте, соответствуют требованиям действующей ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV издания.

Таблица 4.6 – Некоторые показатели качества смеси высушенных листьев и верхушек побегов *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., как лекарственного сырья (средние значения за 2020-2021 гг.)

Показатель качества	Норма	Условия культивирования	Фенологическая фаза	Результат, %
Влажность	не более 12%	открытый грунт	бутонизация	$6,37 \pm 2,26$
			цветение	$9,31 \pm 2,27$
		защищенный грунт	бутонизация	$9,64 \pm 1,45$
			цветение	$10,09 \pm 2,02$
Зола общая	не более 12%	открытый грунт	бутонизация	$10,61 \pm 2,43$
			цветение	$10,59 \pm 0,54$
		защищенный грунт	бутонизация	$9,20 \pm 0,80$
			цветение	$9,66 \pm 0,55$
Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте	не более 5%	открытый грунт	бутонизация	$2,77 \pm 0,73$
			цветение	$2,64 \pm 0,94$
		защищенный грунт	бутонизация	$2,73 \pm 0,14$
			цветение	$3,05 \pm 1,02$

Посторонние примеси в исследуемых образцах сырья, включая части сырья, изменившие окраску, а также органическую и минеральную примесь не превышали значений, рекомендуемых ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV.

Согласно ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV издания сумма экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в цельном и измельченном сырье ортосифона тычиночного должна составлять не менее 22%. Результаты количественного определения экстрактивных веществ, извлекаемых водой, представлены на рисунке 4.16.

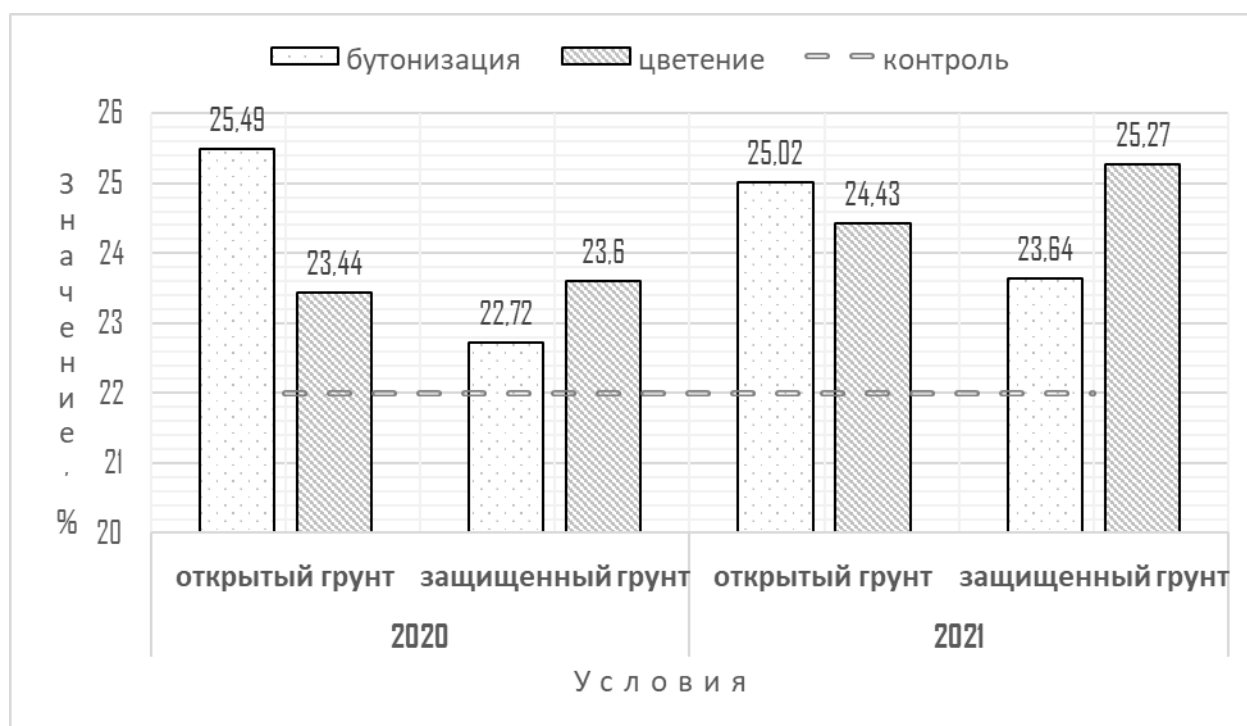


Рисунок 4.16 – Содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в пересчете на абсолютно сухое сырье в смеси высушенных листьев и верхушек побегов *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. (2020-2021 гг.)

Как следует из данных рисунка 4.16, содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой очищенной, в пересчете на абсолютно сухое сырье в исследованных образцах ортосифона тычиночного листьев, соответствует требованиям ФС.2.5.0088.18 ГФ РФ XIV издания.

Исследование накопления микро- и макроэлементов в надземной массе

Orthosiphon aristatus показало, что фенологическая фаза растения влияет на содержание микронутриентов, которые играют критическую роль в физиологических и биохимических процессах, таких как фотосинтез, дыхание и синтез новых клеток. Увеличение макроэлементов в фазе цветения указывает на повышенные потребности растения, что может быть связано с ростом и развитием репродуктивных структур (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Содержание микро- и макроэлементов в сухом сырье *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в зависимости от фенологической фазы его заготовки, мг/кг

Элемент	Фенологическая фаза		Разница	
	бутонизация	цветение	мг/кг	%
Al	164,89	152,25	-12,64	-7,7%
Ba	30,94	32,35	+1,41	+4,5%
Cu	12,33	16,31	+3,98	+32,4%
Cd	<0,0001	<0,0001	—	—
Co	0,09	0,11	+0,02	+22,2%
Pb	0,31	0,21	-0,10	-32,3%
Zn	39,43	41,45	+2,02	+5,1%
V	0,31	0,27	-0,04	-12,9%
Mn	37,84	40,80	+2,96	+7,8%
Cr	0,22	0,20	-0,02	-9,1%
Ni	0,88	0,79	-0,09	-10,2%
Sr	124,06	183,46	+59,40	+47,9%
P	6277,70	4198,45	-2079,25	-33,1%
S	4230,30	6150,86	+1910,56	+45,4%
Fe	162,32	192,17	+29,85	+18,4%
Ca	30177,18	41155,55	+10978,37	+36,6%
Mg	3980,52	3982,97	+2,45	+0,06%
K	13342,86	17297,01	+3954,15	+29,4%

В целом, в фазе цветения наблюдается увеличение содержания большинства микро- и макроэлементов, что может быть связано с повышенной потребностью растения в этих элементах для поддержки процессов роста и развития. Особенно заметно увеличение содержания калия (K +29,4%), кальция (Ca +36,6%), меди (Cu +32,4%), стронция (Sr +47,9%) и серы (S +45,4%), что подчеркивает их роль в обеспечении эффективной функции клеток.

Значительное увеличение (+36,6%) содержания кальция (Ca) с 30177,18 мг/кг в фазе бутонизации до 41155,55 мг/кг в фазе цветения указывает на необходимость этого элемента для поддержания структурной целостности клеток, активного роста и формирования репродуктивных органов. Кальций играет важную роль в процессах деления клеток и синтеза клеточных стенок, что очень активно происходит во время цветения. Заметное снижение (-33,1%) содержания фосфора (P) с 6277,70 мг/кг до 4198,45 мг/кг может свидетельствовать о его переработке и использовании в метаболических процессах, таких как синтез нуклеиновых кислот и АТФ, что является критически важным во время интенсивного роста и цветения. Увеличение (+29,4%) уровня калия (K) с 13342,86 мг/кг до 17297,01 мг/кг говорит о том, что калий необходим для поддержания осмотического давления и регуляции водного состояния в клетках, что особенно важно в период цветения.

Существенное увеличение (+32,4%) содержания меди (Cu) с 12,33 мг/кг до 16,31 мг/кг говорит о ее роли в ферментативных реакциях, включая фотосинтез, что может быть связано с активизацией метаболических процессов в период цветения. Рост содержания цинка и марганца в фазе цветения (с 39,43 мг/кг до 41,45 мг/кг для Zn и с 37,84 мг/кг до 40,80 мг/кг для Mn) также указывает на активные процессы, связанные с синтезом белков и антиоксидантной защитой, что критично в условиях стресса, возникающего в процессе цветения. Содержание свинца (Pb) и кадмия (Cd) остается на низком уровне, что свидетельствует об относительно низком уровне загрязнения сырья тяжелыми металлами.

Результаты исследования содержания микро- и макроэлементов в водном настое *Orthosiphon aristatus* в зависимости от фенологической фазы заготовки сырья показали концентрацию калия (K) на уровне 52,203 мг/л из сырья, заготовленного в фазу бутонизации, и 64,094 мг/л – в фазу цветения (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Содержание микро- и макроэлементов в водном настое *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в зависимости от фенологической фазы заготовки сырья, мг/л

Элемент	Фенологическая фаза	
	бутонизация	цветение
Ba	0,025	0,039
Fe	0,013	0,033
Mn	0,023	0,061
Ni	0,003	0,006
Pb	0,000	0,004
Zn	0,070	0,172
Sr	0,155	0,272
P	9,060	3,916
S	8,030	16,445
Ca	46,900	81,766
Mg	15,596	14,316
K	52,203	64,094

Кроме того, в водном настое сырья, заготовленного в фазу бутонизации, обнаружено 46,900 мг/л кальция (Ca) и 15,596 мг/л магния (Mg). Содержание этих элементов в водном настое сырья, заготовленного в фазу цветения, составило 81,766 мг/л и 14,316 мг/л соответственно.

Таким образом, комплексная оценка внешних, микроскопических и хроматографических характеристик образцов лекарственного растительного сырья подтверждает их подлинность и соответствие требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации четырнадцатого издания (ФС.2.5.0088.18).

Глава 5 ИНТРОДУКЦИОННАЯ ОЦЕНКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ *AERVA LANATA* JUSS. И *ORTHOSIPHON ARISTATUS* (BLUME) MIQ. В КУЛЬТУРЕ

Интродукция растений, то есть их целенаправленное или случайное перемещение за пределы естественного ареала, играет значительную роль в сохранении биоразнообразия, восстановлении экосистем, сельском хозяйстве и декоративном садоводстве. Однако успешность интродукции зависит от множества факторов, включая адаптационные способности вида, экологические условия нового местообитания и взаимодействие с местной биотой. Поэтому оценка успешности интродукции имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. В условиях глобальных экологических изменений такие исследования становятся важным инструментом для устойчивого управления растительными ресурсами и экосистемами.

Для всесторонней оценки успешности интродукции новых видов лекарственных растений в культуру применялась специализированная многобалльная шкала, которая учитывает ряд показателей. Эта шкала, основанная на многолетнем опыте интродукционных исследований в Никитском ботаническом саду, предоставляет возможность объективно оценить адаптационный потенциал интродуцируемых растений, их перспективность для культивирования и возможность использования в качестве источников лекарственного сырья.

Согласно методике, разработанной в НБС, оценки успешности интродукции проводились путем суммирования баллов для каждого из анализируемых признаков, а затем делением полученной суммы на общее количество этих признаков. Такой подход обеспечивает объективное и всестороннее представление адаптационного потенциала интродуцируемых растений.

Оценка успешности интродукции проводилась по таким признакам, как габитус растений, особенности цветения, соответствие жизненной форме,

особенности семеношения, способность к самосеву и вегетативному размножению, зимостойкость и засухоустойчивость растений. Каждый из вышеперечисленных признаков оценивался от 1 до 3 баллов.

Так, при оценке габитуса растения баллом 1 оценивали вид, который имел маломощные растения, то есть их высота была в культуре ниже, чем в естественных местообитаниях. Балл 2 присваивался виду, рост которого соответствовал растениям из природного ареала, а балл 3 – высота которых была выше в культуре. Немаловажным признаком оценки успешности интродукции является соответствие вида жизненной форме. В случае не соответствия присваивался 1 балл, если она соответствовала лишь в условиях защищенного грунта – 2 балла. Сохранение в условиях открытого грунта видом своей жизненной формы оценивалось наивысшим баллом.

Для оценки особенностей цветения виды условно делились на слабо цветущие (1 балл), цветущие аналогично естественным условиям (2 балла), а также обильно цветущие (3 балла).

При рассмотрении особенностей размножения для начала оценивали признак семеношения. Если оно отсутствует (растения не цветут, семена не завязываются или семена не вызревают), то вид имел 1 балл. Если семеношение редкое, малочисленное – 2 балла, в случае обильного – 3 балла. Способность к самосеву оценивалась в 1 балл, если у вида она слабая или отсутствует, в 2 балла, если она удовлетворительная (при благоприятных условиях), а в 3 балла, если высокая (обильный). По такому же принципу оценивалась и способность к вегетативному размножению: слабая или отсутствует – 1 балл; удовлетворительная (способность к ризогенезу – 20–30%) – 2 балла; высокая (эффективнее семенного) – 3 балла.

При оценке зимостойкости виду с низким показателем этого признака (без укрытия вымерзает, зимует в условиях защищенного грунта) присваивался 1 балл; со средней (вымерзает 20–40%) – 2 балла; высокой (растения полностью сохраняются) – 3 балла.

Засухоустойчивость считалась слабой, если растения требовательны к вегетационному поливу (1 балл), средней – вегетационный полив 1 раз за декаду (2 балла), а высокой – вид успешно растет без полива (3 балла).

На основе полученных данных комплексной балльной оценки успешности интродукции осуществлялась дальнейшая экспертиза перспективности культивирования этих видов лекарственных растений в новых почвенно-климатических условиях.

Данная оценка также проводилась по 3-х балльной шкале и базировалась на следующих основных критериях: длительность существования вида в коллекции, устойчивость к вредителям и болезням, а также биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ.

Существование вида в коллекции оценивали следующим образом: от 1 до 2 лет – 1 балл, от 3 до 5 лет – 2 балла, более 5 лет – 3 балла. При оценке устойчивости к вредителям и болезням обращали внимание на степень поражения. Слабой считалась, если растения сильно повреждаются (1 балл). В случае повреждения вида при неблагоприятных условиях среды, устойчивость являлась средней (2 балла). Наивысшая оценка (3 балла) присваивалась, если растения не повреждались.

Биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ проводилась следующим образом: балл 1 соответствовал низкой концентрации веществ, меньше аналогов и показателей ГОСТа; балл 2 – содержание соответствует ГОСТу и аналогам; балл 3 – содержание выше аналогов и показателей, заявленных в ГОСТе.

Оценка перспективности культивирования различных видов лекарственных растений проводилась на основе суммирования баллов, полученных по всем изученным критериям. Таким образом, итоговая оценка перспективности представляла собой интегральный показатель, который всесторонне отражает адаптивный потенциал интродуцируемых растений, их жизнеспособность, а также продуктивность в новых условиях произрастания.

В соответствии с общим количеством баллов, полученных в ходе данной оценки, исследуемые виды лекарственных растений были классифицированы по одной из трех основных категорий перспективности. Первая категория – это малоперспективные (МП) виды, которым было присвоено от 4 до 6 баллов. Эта категория объединяет растения, которые характеризуются низкими показателями адаптации к новым условиям, а также недостаточной продуктивностью и качеством получаемого сырья. Такие характеристики существенно ограничивают возможности их промышленного культивирования и, как следствие, применение в практической деятельности.

Ко второй категории относятся перспективные (П) виды, получившие от 7 до 9 баллов. Растения этой категории демонстрируют достаточно высокий уровень приспособленности к новым условиям произрастания, стабильную продуктивность и удовлетворительное качество сырья. Эти факторы определяют их потенциальную ценность для введения в культуру, что дает основания полагать, что они могут быть успешно использованы в агрономии.

Третья категория включает очень перспективные (ОП) виды, которым было присвоено от 10 до 12 баллов. Данная группа объединяет наиболее успешно интродуцированные растения, обладающие комплексом благоприятных адаптационных, биологических и биохимических характеристик. Эти качества делают их культивирование в новых условиях особенно перспективным, что открывает широкие возможности для их использования в медицинской практике и фармацевтической промышленности. Таким образом, систематизация и оценка перспективности позволяют более целенаправленно подходить к выбору видов для дальнейших агрономических исследований и практического применения.

С целью определения перспективности культивирования *Aerva lanata* в условиях Южного берега Крыма проведена оценка успешности интродукции вида. По результатам проведенных исследований установлено, что *A. lanata* с успехом может культивироваться по типу однолетней культуры в открытом грунте и по многолетнему типу в защищенном. Установлено, что габитус растения соответствует естественным местообитаниям. Цветение так же

аналогично естественным условиям. *A. lanata* сохраняет свою жизненную форму многолетнего травянистого растения только в условиях защищенного грунта. Семеношение вида обильное, способность к самосеву высокая, а способность к вегетативному размножению слабая. Зимостойкость вида низкая. Без укрытия при понижении температуры воздуха ниже 5 °С растения погибают. Зимует в условиях защищенного грунта. Засухоустойчивость вида слабая. Растения требовательны к вегетационным поливам (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Оценка успешности интродукции *Aerva lanata* Juss.

№	Признаки	Количество баллов		
		1	2	3
1	Габитус растения	-	+	-
2	Цветение	-	+	-
3	Соответствие жизненной форме	-	+	-
4	Семеношение	-	-	+
5	Способность к самосеву	-	-	+
6	Способность к вегетативному размножению	+	-	-
7	Зимостойкость	+	-	-
8	Засухоустойчивость	+	-	-
Сумма баллов		15		
Успешность интродукции, балл		1,9		

Длительность существования вида в коллекции составляет более 5 лет. Устойчивость к вредителям и болезням средняя. Растения повреждаются при неблагоприятных условиях среды. Биохимическая оценка по содержанию

доминирующих биологически активных веществ показала соответствие фармакопейной статье. Сумма баллов по оценке перспективности культивирования составила 7. Успешность интродукции составила 1,9 баллов (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Оценка перспективности культивирования *Aerva lanata* Juss.

№	Признаки	Количество баллов		
		1	2	3
1	Длительность существования вида в коллекции	-	-	+
2	Устойчивость к вредителям и болезням	-	+	-
3	Биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ	-	+	-
4	Сумма баллов	-	+(7)	-
5	Успешность интродукции, балл	-	+(1,9)	-

Таким образом, на основе суммирования баллов по всем изученным показателям согласно методике оценки успешности интродукции вид является перспективным. В годичном цикле развития *A. lanata* проходит следующие фенологические фазы: появление всходов, начало роста побегов, бутонизацию, цветение и плодоношение. *A. lanata* дает обильный самосев, что свидетельствует о высокой степени адаптации вида в новых условиях.

С целью определения перспективности культивирования *Orthosiphon aristatus* в условиях Южного берега Крыма проведена оценка успешности интродукции вида. Особенности роста и развития *O. aristatus* показали, что вид с успехом может культивироваться по однолетнему типу в открытом грунте с последующим переносом растений в теплицу на зимний период, при переходе среднесуточных температур через отметку ниже +10 °С. Установлено, что габитус

растения соответствует естественным местообитаниям. Цветение так же аналогично естественным условиям. *O. aristatus* сохраняет свою жизненную форму многолетнего травянистого растения только в условиях защищенного грунта. Семеношение вида редкое, малозначительное, способность к самосеву отсутствует, а способность к вегетативному размножению высокая. Зимостойкость низкая. Без укрытия при понижении температуры воздуха ниже 5 °С растения погибают. Зимует в условиях защищенного грунта. Засухоустойчивость вида слабая. Растения требовательны к вегетационным поливам (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Оценка успешности интродукции *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

№	Признаки	Количество баллов		
		1	2	3
1	Габитус растения	-	+	-
2	Цветение	-	+	-
3	Соответствие жизненной форме	-	+	-
4	Семеношение	-	+	-
5	Способность к самосеву	+	-	-
6	Способность к вегетативному размножению	-	-	+
7	Зимостойкость	+	-	-
8	Засухоустойчивость	+	-	-
Сумма баллов		14		
Успешность интродукции, балл		1,8		

Длительность существования вида в коллекции составляет более 5 лет. Устойчивость к вредителям и болезням средняя. Растения повреждаются при неблагоприятных условиях среды. Биохимическая оценка по содержанию доминирующих биологически активных веществ показала соответствие фармстатье. Сумма баллов по оценке перспективности культивирования составила 7. Успешность интродукции составила 1,8 баллов (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Оценка перспективности культивирования *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

№	Признаки	Количество баллов		
		1	2	3
1	Длительность существования вида в коллекции	-	-	+
2	Устойчивость к вредителям и болезням	-	+	-
3	Биохимическая оценка по содержанию доминирующих БАВ	-	+	-
4	Сумма баллов	-	+(7)	-
5	Успешность интродукции, балл	-	+(1,8)	-

Таким образом, на основе суммирования баллов по всем изученным показателям согласно методике оценки успешности интродукции вид является перспективным. *O. aristatus* можно выращивать, используя в качестве посадочного материала черенки, так как полноценных семян он образует лишь незначительное количество. При этом способность к вегетативному размножению вида напротив является высокой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявление особенностей развития видов лекарственных растений тропического происхождения *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* позволило установить, что в новых условиях интродукции на Южном берегу Крыма в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа *Aerva lanata* проходит полный цикл развития в открытом грунте как однолетник, формирует полноценные семена, что свидетельствует о высокой степени адаптации вида; *Orthosiphon aristatus* может культивироваться по однолетнему типу в открытом грунте с последующим переносом растений в теплицу на зимний период, успешно размножается вегетативно, в защищенном грунте сохраняет жизненную форму многолетнего полукустарника. Изучаемые виды на Южном берегу Крыма являются источником лекарственного сырья высокого качества.

1. В условиях открытого грунта вегетационный период *Aerva lanata* составляет в среднем 102 дня, массовые всходы появляются спустя 25 дней при посеве в период со второй декады мая по первую декаду июня, для вступления в фазу массового цветения (вторая декада августа) необходима сумма активных температур (больше 10°C) 1867°C, фазу массового плодоношения – 2434°C. В условиях защищенного грунта вид сохраняет свою жизненную форму травянистого многолетника.

2. В фазу массового цветения растения *Aerva lanata* достигают высоты около 60 см; характеризуется растянутым периодом цветения – от 30 до 50 дней, развитие цветков проходит в акропетальном порядке. Наибольшая интенсивность раскрытия цветков приходится на первую половину дня.

3. *Aerva lanata* характеризуется непрерывной репродукцией с длительной диссеминацией. Созревание семян происходит неравномерно, начиная с нижней части колоска к верхней, по аналогии цветения. По способу распространения диаспор *A. lanata* относится к растениям-барохорам.

Установлено, что семенная продуктивность *Aerva lanata* составляет $1764,8 \pm 427,1$ шт. на побег. Семена обладают неглубоким физиологическим покоем, всхожесть семян достигает 56-64 % и сохраняется таковой в течение 5 лет.

4. В результате сравнительного анализа результатов исследования продуктивности надземной фитомассы *Aerva lanata* в период массового цветения и плодоношения в среднем за период исследований наблюдаются существенные различия в продуктивности. В открытом грунте *Aerva lanata* показывает среднюю продуктивность на уровне $141,8 \pm 14,5$ г/раст., тогда как в защищенном грунте – лишь $68,3 \pm 14,2$ г/раст., что в 2,1 раза выше. Вариация продуктивности в открытом грунте (22,9%) ниже, чем в защищенном (46,4%), что подтверждает вывод о большей стабильности условий роста в открытом грунте.

5. В результате комплексной оценки внешних, микроскопических и биохимических характеристик надземной фитомассы эрвы шерстистой было подтверждено ее соответствие требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации к сырью по показателям: влажность, зола общая и зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте. Установлено, что в открытом грунте в надземной массе растений *Aerva lanata* в период массового цветения – плодоношения сумма флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье составляет 1,26-1,27%, что в два раза выше, чем заявлено по требованиям Фармакопеи РФ.

6. В условиях открытого грунта вегетационный период *O. aristatus* (от посадки укорененных черенков до наступления неблагоприятных условий) составляет 127 дней, для вступления в фазу массового цветения (вторая декада августа) необходима сумма активных температур (больше 10°C) 1888°C , фазу массового плодоношения – 2312°C . В условиях защищенного грунта вид сохраняет свою жизненную форму полукустарника.

7. В среднем продолжительность цветения одного растения *O. aristatus* составляет 25–40 дней, при этом длительность цветения одного соцветия составляет 8–15 дней, а одного цветка – 2–5 дней. Максимум раскрывающихся

цветков отмечен в 9 утра. Их развитие происходит неравномерно, в акропетальном порядке. В условиях Южного берега Крыма полноценные плоды *O. aristatus* завязываются чрезвычайно редко и до созревания опадают. Незначительное количество семян может формироваться при среднесуточной температуре воздуха +25°C.

8. Установлено, что формирование мужских и женских генеративных структур, процессы опыления и последующего оплодотворения ортосифона проходят с нарушениями, и в конечном итоге значительно ограничивают образование полноценных плодов и семян. По основным чертам генеративные структуры подобны другим представителям семейства *Lamiaceae*, однако бóльшая часть пыльцевых зерен стерильна. В строении цветка наблюдается явление геркогамии, а также неодновременное созревание мужских и женских гамет.

9. В результате сравнительного анализа результатов исследования биометрических характеристик и продуктивности надземной фитомассы *Orthosiphon aristatus* в условиях открытого и защищенного грунта в среднем за период исследований удалось установить, что наиболее значительное различие наблюдается в продуктивности: в открытом грунте средний показатель составляет $147,3 \pm 25,0$ г/раст., тогда как в защищенном грунте – всего $80,2 \pm 8,5$ г/раст. Однако при этом, в обоих случаях признак имел высокую степень вариации.

10. Выявлено, что *Orthosiphon aristatus* относится к леукокореным видам: степень укоренения стеблевых черенков составляет 86-95% и не зависит от порядка побега и применения стимуляторов корнеобразования.

11. В результате комплексной оценки внешних, микроскопических и биохимических характеристик надземной фитомассы ортосифона тычиночного было подтверждено соответствие требованиям действующей Государственной фармакопеи Российской Федерации к сырью по показателям: влажность, зола общая и зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте. Установлено, что содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в пересчете на абсолютно сухое сырье в смеси высушенных листьев и верхушек побегов

ортосифона превышает данный показатель Фармакопеи РФ и составляет более 25%.

12. 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.

13. Успешность интродукции *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* составляет 1,9 и 1,8 баллов соответственно. Результаты исследований морфолого-биологических особенностей *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* свидетельствуют о перспективности культивирования этих видов как лекарственных растений в условиях Южного берега Крыма и служат практической основой при разработке научно обоснованных рекомендаций по выращиванию видов в культуре.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Aerva lanata

По результатам проведенных исследований установлено, что *A. lanata* с успехом может культивироваться в условиях Южного берега Крыма по типу однолетней культуры в открытом грунте и по многолетнему типу в защищенном.

A. lanata – теплолюбивое растение; хорошо размножается семенами. Почвенная смесь должна состоять из равных частей почвы, песка и перегноя. Оптимальными условиями для роста и развития растений является температура воздуха в пределах 25-30 °С, температура почвенной смеси 20 °С, влажность воздуха 60-90%. При температуре воздуха ниже 20 °С развитие замедляется, при температуре ниже 15 °С – приостанавливается, а при температуре ниже 5 °С наблюдается гибель растений. Увлажнение почвенной смеси производится дождеванием, а отвод избыточных вод при поливе обеспечивается дренажной системой. Оптимальными сроками посева в защищенном грунте является I-II декада апреля, в открытом грунте – II-III декада мая. Семена высеваются поверхностно на глубину до 0,5 см. При глубине заделки 2-3 см всходы не появляются.

От появления всходов до начала образования первой пары настоящих листьев проходит 10-12 дней, спустя 30-40 дней наблюдается массовое образование репродуктивных органов (соцветий). В годичном цикле развития *A. lanata* проходят следующие фенологические фазы: появление всходов, начало роста побегов, бутонизацию, цветение, плодоношение, гибель растений (от пониженных температур). Максимальная скорость роста побегов отмечается в июне-июле, к началу фазы плодоношения интенсивность роста побегов резко снижается. Регулятором начала и конца фенофаз *A. lanata* в открытом и защищенном грунте является, в первую очередь, температурный режим воздуха.

При выращивании *A. lanata* через рассаду семена высевают в рядки с шириной междурядья 5-8 см, при этом всходы в рядках прореживают на

расстоянии 4-5 см. Начало появления всходов – очень ответственный период. До появления настоящих листьев растения очень мелкие, слабо растут, чувствительны к колебаниям суточных температур. Если тщательно регулировать температуру, водный и пищевой режим, сеянцы хорошо растут, устойчивы к вредителям и болезням. При температуре 25-30 °С наблюдается активный рост, особенно после появления второй пары листьев. Через 35-45 дней рассада достигает стандартных размеров: высота 10-15 см, диаметр корневой шейки 0,4-0,6 см. Высаживать ее необходимо в конце мая – начале июня, при гарантированном поливе. Растения хорошо растут и развиваются в течение вегетационного периода, достигая высоты 70–115 см. Начало бутонизации наступает во II-III декаде июля, цветение – II декада июля – I декада августа, созревание семян – III декада августа – I декада сентября.

При выращивании в теплице как многолетней культуры, при посеве семян в конце мая – начале июня всходы появляются в середине июня, фаза массового цветения наступает в середине августа, созревание семян в сентябре. Растения достигают в высоту до 115 см. Во второй год и последующие фаза начала бутонизации у растений наступает в середине июня, массового цветения в июле-августе, семена созревают в августе-сентябре.

При посеве *A. lanata* в открытый грунт в конце мая – начале июня всходы появляются в середине июня, фаза массового цветения наступает в середине августа, созревание семян в конце августа – сентябре. Растения достигают в высоту до 115 см. Уборку урожая проводят в фазе массового цветения – плодоношения, в качестве сырья используется вся надземная часть растения, срезанная на высоте 3-4 см от поверхности почвы. Во избежание самовозгорания убранный зеленую массу, расстилают слоем до 15-20 см, сушат под навесом. Семена вызревают как в открытом, так и в защищенном грунте.

Orthosiphon aristatus

В результате проведенных исследований установлено, что *O. aristatus* с успехом может культивироваться в условиях Южного берега Крыма по однолетнему типу в открытом грунте и по типу многолетней культуры в

защищенном. Анализируя полученные результаты изучения развития *O. aristatus*, следует подчеркнуть, что данный вид можно выращивать, используя в качестве посадочного материала черенки, так как полноценных семян он образует лишь незначительное количество.

O. aristatus – теплолюбивое растение требовательно к влаге и плодородию почвы. Заготовка черенков возможна в защищенном грунте ранней весной при температуре воздуха 18-22 °С. Для этого из побегов нарезают черенки 10-12 см длиной. Листья при этом удаляются, оставляются лишь на верхнем конце. Чтобы уменьшить испарение, крупные листья можно поделить надвое поперечно, мелкие листья не трогают. Для их укоренения необходимо подготовить вегетационные сосуды с почвенной смесью толщиной 25-30 см, которая в равных частях состоит из почвы, песка и перегноя. Для дренажа в ящик укладывают керамзит толщиной 2-3 см или мелкий гравий. Черенки необходимо высаживать в субстрат на глубину 6-8 см, с интервалом 5х5 см. Увлажнение почвенной смеси производится дождеванием.

Оптимальными условиями для роста и развития растений является температура воздуха в пределах 25-30 °С, температура почвенной смеси 20 °С, влажность воздуха 60-90%. При температуре воздуха ниже 20 °С развитие замедляется, при температуре ниже 15 °С – приостанавливается, а при температуре ниже 5 °С наблюдается гибель растений. *O. aristatus* характеризуется высокой степенью укоренения черенков из различных частей побегов 1-го и 2-го порядка (86-95%). После укоренения черенков, спустя 35-45 дней, количество поливов сокращают. Высота саженцев в конце апреля – начале мая, до того, как их перенесут и посадят в поле, достигает 15 см. В это время они имеют порядка 1-4 стеблей и хорошо развитую корневую систему. Под культивирование *O. aristatus* необходимы плодородные, свободные от сорняков и защищенные от ветра места.

В условиях открытого грунта культивирование *O. aristatus* возможно по однолетнему типу. Пересадка растений осуществляется с прикорневым комом на глубину порядка 10 см. В период роста проведение поливов осуществляется 1 раз

в 10 дней. Спустя 2-3 полива необходимо проводить рыхление почвы и мероприятия по борьбе с сорняками. В годичном цикле развития *O. aristatus* проходят следующие фенологические фазы: начало роста побегов, бутонизацию, цветение, плодоношение, гибель растений (от пониженных температур), если на зиму их не переносят в защищенный грунт. Максимальная скорость роста побегов отмечается со II по III декаду августа, с конца августа интенсивность роста побегов резко снижается. Регулятором начала и конца фенотаз *O. aristatus* в открытом и защищенном грунте является, в первую очередь, температурный режим воздуха. С момента высадки растений в открытый грунт до массового цветения проходит 77–82 дня. Первые бутоны появляются в третьей декаде июля, а спустя 2 недели наблюдается начало цветения. Массовое цветение приходится на II-III декаду августа. За это время растения достигают до 55 см в высоту. При переходе среднесуточных температур через отметку ниже +10 °C растения переносят в теплицу для сохранения в зимний период.

При культивировании *O. aristatus* в защищенном грунте развитие растений происходит по многолетнему типу. Для этого саженцы необходимо рассадить, чтобы увеличить площадь питания растений. Активный рост растений наблюдается спустя 2-3 недели после пересадки. Растения хорошо растут и развиваются в течение вегетационного периода, достигая высоты до 62 см. Начало бутонизации приходится на I декаду августа, а массовое цветение наблюдается в I-II декаде сентября.

Сырье можно собирать с середины июля до конца вегетации. Сушка осуществляется под навесом.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

САТ – сумма активных температур

СП – семенная продуктивность

СЭТ – сумма эффективных температур

ПСП – потенциальная семенная продуктивность

РСП – реальная семенная продуктивность

КСП – коэффициент семенификации

APG – Angiosperm Phylogeny Group

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматическая характеристика района агрометеостанции «Никитский сад». – Минск: ОНП НПЭЦ «Верас-ЭКО» и ИЗ АН Беларусь, 1992. – 280 с.
2. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 250 с.
3. Почвы Никитского ботанического сада и мероприятия по их рациональному использованию. – Ялта, 1963. – 83 с.
4. Аполихин, О.И. Эпидемиология МКБ в различных регионах РФ по данным официальной статистики / О.И. Аполихин, А.В. Сивков, Т.В. Солнцева и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – Т. 7, № 2. – С. 120.
5. Артюшенко, З.М. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З.М. Артюшенко, Ал.А. Федоров. – Л., 1986. – 392 с.
6. Артюшенко, З.М. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя / З.М. Артюшенко, Ал.А. Федоров. – Л., 1989. – 360 с.
7. База «Plant List» (версии 1.1). – URL: <http://www.theplantlist.org>
8. Вайнагий, И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений / И.В. Вайнагий // Бот. журн. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826-831.
9. Голубев, В.Н. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений. Функционально-экологические принципы организации репродуктивной структуры / В.Н. Голубев, Ю.С. Волокитин. – Ялта, 1986. – 38 с.
10. ГОСТ Р 34221-2017. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 24 с.
11. Даниленко, Б.В. Изучение биоморфологических особенностей эрвы шерстистой *Aerva lanata* (L.) Juss. ex Schult. в Никитском ботаническом саду / Б.В.

Даниленко // Проблемы дендрологии, цветоводства, плодководства: материалы V международной конференции. – Ялта, 1997. – Т. 2. – С. 32–34.

12. Дополнение к справочнику по климату СССР. – Киев: Гидрометеиздат, 1972. – Вып. 10, ч. II, IV. – 160 с.

13. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1972. – 335 с.

14. Дюк, В. Обработка данных на ПК в примерах. – Санкт-Петербург: Питер Паблишинг, 1997. – 240 с.

15. Еременко, Л.Л. Семенная продуктивность в связи с морфогенезом / Л.Л. Еременко // Биологические основы семеноведения и семеноводства интродуцентов. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 18-20.

16. Жизнь растений: в 6 т. Т. 5, Ч. 2: Цветковые растения / гл. ред. А.Л. Тахтаджян. – М.: Просвещение, 1981. – 511 с.

17. Жинкина, Н.А. К методике окраски эмбриологических препаратов / Н.А. Жинкина, О.Н. Воронова // Бот. журн. – 2000. – Т. 85, № 6. – С. 168–171.

18. Зайцев, Г.Н. Методика биометрических расчетов. – М.: Наука, 1973. – 256 с.

19. Козко, А.А. Перспективы и проблемы возрождения лекарственного растениеводства в России / А.А. Козко, А.Н. Цицилин // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 146. – С. 18–25.

20. 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.

21. Коростылев, А.А. *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в коллекции Никитского ботанического сада / А.А. Коростылев, Л.А. Логвиненко, О.М. Шевчук // 90 лет - от растения до лекарственного препарата: достижения и перспективы. Сборник материалов юбилейной международной научной конференции. – Москва, 2021. – С. 146-151.

22. 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.

23. Коростылев, А.А. К вопросу о перспективах культивирования эрвы шерстистой в Крыму и на юге России / А.А. Коростылев, Л.А. Логвиненко, О.М. Шевчук // II Международная научная конференция "Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства" по направлению "Метаболомика и качество жизни". – Москва, 2019. – С. 294-300.

24. Коростылев, А.А. Морфо-анатомические и биохимические показатели качества лекарственного сырья *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., культивируемого в условиях интродукции на Южном берегу Крыма / А.А. Коростылев, О.М. Шевчук, Д.А. Коновалов, Л.А. Логвиненко // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2025. – № 154. – С. 122-131.

25. 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.

26. Коростылев, А.А. Некоторые биологические особенности семян эрвы шерстистой / А.А. Коростылев, Л.А. Логвиненко // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2019. – № 3 (152). – С. 48-55.

27. Коростылев, А.А. Перспективные лекарственные растения в коллекции Никитского ботанического сада / А.А. Коростылев, Л.А. Логвиненко // Биотехнология выращивания лекарственных и эфиромасличных культур. Материалы всероссийской научной конференции. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 23-31.

28. Коростылев, А.А. Эдафические особенности *Aerva lanata* и *Orthosiphon aristatus* на Южном берегу Крыма / А.А. Коростылев, М.Л. Новицкий // «Тропические и субтропические растения открытого и защищённого грунта», посвященные 210-летию Никитского ботанического сада Национального

научного центра РАН и 25-летию кактусовой оранжереи. Тезисы всероссийской научно-практической конференции. – Республика Крым, Ялта, 20–24 июня 2022 года. – 2022. – С. 75-76

29. Кочкин, М.А. К 50-летию отдела технических растений / М.А. Кочкин // Бюллетень Государственного Никитского Ботанического Сада. – 1973. – № 2(21). – С. 5.

30. Кочкин, М.А. Почвенно-климатическое районирование Крымского полуострова / М.А. Кочкин // 150 лет Государственному Никитскому ботаническому саду: сб. научных трудов. – М.: Колос, 1964. – Т. 37. – С. 309-329.

31. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. шк., 1968. – 224 с.

32. Куркин, В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. – Самара: ООО «Офорт», ГОУВПО «СамГМУ», 2004. – 1180 с.

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

34. Левина, Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. – М.: Наука, 1981. – 95 с.

35. Мамаев, С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. – Вып. 94. – С. 3-14.

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

37. Методические рекомендации по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.

38. Николаева, М.Г. Способность к прорастанию и покой семян в зависимости от степени зрелости / М.Г. Николаева // Проблемы развития семеноведения и семеноводства интродуцентов. – М., 1984. – С. 31-38.
39. Паушева, З.П. Практикум по цитологии растений. – М., 1990. – 283 с.
40. Первых, Л.Н. Изучение травы *Aerva lanata*. IV. Гликозиды флавоноидов / Л.Н. Первых, Б.С. Карасартов, Г.Г. Запесочная // Химия природных соединений. – 1992. – № 5. – С. 581–583.
41. План мероприятий («дорожная карта») «Хелснет» Национальной технологической инициативы. – URL: http://www.nti2035.ru/markets/docs/DK_healthnet.pdf
42. Полоз, Т.П. Лекарственные растения России – неиссякаемый источник для создания новых высокоэффективных лечебно-профилактических препаратов и биологически активных пищевых добавок / Т.П. Полоз, Н.Н. Соколов, А.В. Васильев // Вопросы медицинской химии. – 2000. – Т. 46, № 2. – С. 101–109.
43. Пономарев, А.Н. Изучение цветения и опыления растений / А.Н. Пономарев // Полевая геоботаника. – М., 1960. – Т. 2. – С. 9–19.
44. Пономарев, А.Н. Антэкология / А.Н. Пономарев, Е.И. Демьянова // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. – СПб., 2000. – С. 72-73.
45. Проведение вегетационных опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство: обзор. информ. / под ред. Т.В. Калымковой. – М., 1981. – № 2.
46. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство: обзор. информ. / под ред. А.А. Хотина. – М., 1981. – № 1.
47. Решетнева, В.П. Особенности выращивания эрвы шерстистой в Крыму / В.П. Решетнева, В.Г. Стукан // Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье: материалы 7-й международной научно-практической конференции. – Алушта, 1998. – С. 133.

48. Родина, Е.Ю. Система APG IV и ее сравнение с системой Тахтаджяна на примере покрытосеменных Сахалинской области / Е.Ю. Родина, Д.А. Олейник // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 9. – С. 98-105.
49. Ромейс, Б. Микроскопическая техника. – М., 1954. – 718 с.
50. Фирсова, М.К. Семенной контроль. – М.: Колос, 1969. – 295 с.
51. ФС.2.5.0054.15 Эрвы шерстистой трава // Государственная фармакопея Российской Федерации XIII. – 2015. – Т. 3. – С. 1–9.
52. Черник, В.В. Систематика высших растений. Покрытосеменные. Класс Двудольные: пособие для студентов биол. фак. / В.В. Черник и др. – Минск: БГУ, 2010. – 311 с.
53. Шевченко, С.В. Особенности биологии развития *Orthosiphon aristatus* (Lamiaceae) в условиях интродукции на Южном берегу Крыма / С.В. Шевченко, А.А. Коростылев, О.М. Шевчук // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – 2022. – Т. 22, № 4. – С. 437-444.
54. Шевченко, С.В. Методика окраски постоянных препаратов метиловым зеленым и пиронином / С.В. Шевченко, И.А. Ругузов, Л.М. Ефремова // Бюлл. Гос. Никит. бот. сада. – 1986. – № 60. – С. 99–101.
55. Шевченко, С.В. Особенности эмбриологии маслины европейской (*Olea europaea*) / С.В. Шевченко, А.А. Чеботарь // Цитолого-эмбриологические исследования высших растений. – Ялта, 1992. – С. 52-61.
56. Adam, Y. Diuretic properties of *Orthosiphon stamineus* / Y. Adam, M.N. Somchit, M.R. Sulaiman, A.A. Nasaruddin, A. Zuraini, A.A. Bustamam, Z.A. Zakaria // Journal of Ethnopharmacology. – 2009. – Vol. 124, № 1. – P. 154-158.
57. Adepu, A. A Review on natural plant: *Aerva lanata* / A. Adepu, S. Narala, A. Ganji, S. Chilvalvar // Int J Pharma Sci. – 2013. – Vol. 3. – P. 398-402.
58. Afaq, S.H. Bisehri booti (*Aerva lanata* Juss): some lesser known uses and Pharmacognosy / S.H. Afaq, Tajuddin, R. Afridi // Ethnobotany. – 1991. – Vol. 3. – P. 37-40.

59. Ahmad, A. Drugs of Plant origin as used by certain tribes of Eastern U.P (Part IV) / A. Ahmad // Int JMendel. – 1995. – Vol. 12. – P. 12-14.
60. Aiyar, V.N. Chemical components of some Indian medicinal plants / V.N. Aiyar, V. Narayanan, T.R. Seshadri, S. Vydeeswaran // Indian J Chem. – 1973. – Vol. 11. – P. 89-90.
61. Akowuah, G.A. The effects of different extraction solvents of varying polarities on polyphenols of *Orthosiphon stamineus* and evaluation of the free radical-scavenging activity / G.A. Akowuah, Z. Ismail, I. Norhayati, A. Sadikun // Food Chem. – 2005. – Vol. 93. – P. 311-317.
62. Alshawsh, M.A. Hepatoprotective effects of *Orthosiphon stamineus* extract on thioacetamide-induced liver cirrhosis in rats / M.A. Alshawsh, M.A. Abdulla, S. Ismail, Z.A. Amin // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. – 2011. – Vol. 2011. – Article ID 103039. – 6 p. – DOI: 10.1155/2011/103039
63. Alshawsh, M.A. Free radical scavenging, antimicrobial and immunomodulatory activities of *Orthosiphon stamineus* / M.A. Alshawsh, M.A. Abdulla, S. Ismail, Z.A. Amin, S.W. Qader, H.A. Hadi, N.S. Harmal // Molecules. – 2012. – Vol. 17, № 5. – P. 5385-5395.
64. Alwadie, H.M. Morphology and distribution of three genera of Amaranthaceae in the South Western area of Saudi Arabia / H.M. Alwadie // J King Saud Univ. – 2005. – Vol. 18. – P. 51-62.
65. Anonymous. Burmese indigenous medicinal plants: Plants with reputed hypoglycemic action. – Burma Medical Research Institute, 1967.
66. Anonymous. Medicinal herb index in Indonesia. – Eisai Indonesia, 1995. – P. 263-266.
67. Anonymous. The Wealth of India- A Dictionary of Indian Raw Materials and Industrial products. – New Delhi: CSIR, 1985. – P. 8.
68. Arafat, O.M. Studies on diuretic and hypouricemic effects of *Orthosiphon stamineus* methanol extracts in rats / O.M. Arafat, S.Y. Tham, A. Sadikun, I. Zhari, P.J. Haughton, M.Z. Asmawi // J. Ethnopharmacol. – 2008. – Vol. 118. – P. 354-360.

69. Arisandi, Y. Khasiat Tanaman Obat / Y. Arisandi, Andriani. – Penerbit Pustaka Buku Murah, 2006. – P. 196-98.
70. Awale, S. Siphonols A-E: Novel nitric oxide inhibitors from *Orthosiphon stamineus* of Indonesia / S. Awale, Y. Tezuka, A.H. Banskota, S. Kadota // Bioorgan. Med. Chem. Lett. – 2003a. – Vol. 13. – P. 31-35.
71. Awale, S. Inhibition of NO production by highly-oxygenated diterpenes of *Orthosiphon stamineus* and their structure-activity relationship / S. Awale, Y. Tezuka, A.H. Banskota, S. Kadota // Biological and Pharmaceutical Bulletin. – 2003b. – Vol. 26, № 4. – P. 468-473.
72. Azam, A.A. Urinary metabolomics study on the protective role of *Orthosiphon stamineus* in Streptozotocin induced diabetes mellitus in rats via 1H NMR spectroscopy / A.A. Azam, R. Pariyani, I.S. Ismail, A. Ismail, A. Khatib, F. Abas, K. Shaari // BMC Complementary and Alternative Medicine. – 2017. – Vol. 17. – P. 278. – DOI: 10.1186/s12906-017-1777-1
73. Baltaev, U.A. Phytoecdysteroids of *Aerva lanata* / U.A. Baltaev, Y.M. Murdakhaev, W.K. Abubakirov // Chemistry of Natural Compounds. – 1992. – Vol. 28, № 1. – P. 123-124.
74. Bazan, S. Herbar du CIRAD. Version 1.3. Récoltat. Occurrence dataset / S. Bazan // GBIF.org. – 2021. – URL: <https://doi.org/10.15468/jrdrlq>
75. Bedi, S.J. Ethnobotany of the Ratan Mahal Hills, Gujarat, India / S.J. Bedi // Econ Bot. – 1978. – Vol. 32. – P. 278-284.
76. Raj, K.P.S. Some Medicinal plants of Cambay and its immediate vicinity and their uses in Indigenous system of Medicine / K.P.S. Raj, M.R. Patel // Indian Drugs. – 1978. – Vol. 15. – P. 145-152.
77. Singh, V.K. Folk medicines of Madhya Pradesh, Amarkantak forest / V.K. Singh // Glimpse Plant Res. – 1993. – Vol. 10. – P. 159-164.
78. Bwin, D.M. Burmese Indigenous Medicinal Plants: 1. Plants with reputed Hypoglycaemic Action / D.M. Bwin, U.S. Gwan // Health and Myanmar Traditional Medicine. – Yangon: Burma Medical Research Institute, Ministry of Health, 1967. – P. 126-128.

79. Canter, H.P. Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology / H.P. Canter, H. Thomas, E. Ernst // Trends in Biotechnology. – 2005. – Vol. 23, № 4. – P. 180-185.
80. Chakravarthy, B.K. Pancreatic β -cell generation- A novel antidiabetic mechanism of *Pterocarpus marsupium* Rox / B.K. Chakravarthy, S. Gupta, S.S. Gambir, K.D. Gode // Ind J Pharmacol. – 1980. – Vol. 12. – P. 123-127.
81. Chan, L.K. Morphological similarities and differences between the two varieties of cat's whiskers (*Orthosiphon stamineus* Benth.) grown in Malaysia / L.K. Chan, P.S. Loo // International Journal of Botany. – 2006. – Vol. 2, № 1. – P. 1-6.
82. Chandra, S. Chemical constituents of *Aerva lanata* / S. Chandra, M.S. Sastry // Fitoterapia. – 1990. – Vol. 61. – P. 188.
83. Chetty, K.M. Ethnobotany of Sarakallu and adjacent areas of Chittoor district, Andhra Pradesh / K.M. Chetty, K.N. Rao // Vegetos. – 1989. – Vol. 2. – P. 51-58.
84. Chopra, R.N. Glossary of Indian Medicinal Plants / R.N. Chopra, S.L. Nayar, I.C. Chopra. – New Delhi: CSIR, 1956. – 550 p.
85. Chowdhury, D. Antimicrobial activity and cytotoxicity of *Aerva lanata* / D. Chowdhury, A. Sayeed, A. Islam, M.S.A. Bhuiyan, G.R.A.M. Khan // Fitoterapia. – 2000. – Vol. 73. – P. 92-94.
86. Committee on Herbal Medicinal Products. Assessment report on *Orthosiphon stamineus* Benth., folium. – London, United Kingdom, 2011.
87. Dagar, H.S. Plant folk medicines among the Nicobarese of Katchal Islands / H.S. Dagar, J.C. Dagar // Econ Bot. – 1991. – Vol. 45. – P. 114-119.
88. Das, S.R. Some beneficial weeds of cultivation from Nadia district, West Bengal / S.R. Das // Bull Med Ethno Res. – 1995. – Vol. 16. – P. 74-81.
89. David, P. Bengal plants. – Vol. 2. – Calcutta: Botanical Survey of India, Dehradun Publisher Ltd, 1963. – 653 p.
90. Denni, M. Yellow and white flowered variants of *Aerva lanata*: A phytochemical variation study / M. Denni, D. Mammen // Indian J Appl Res. – 2013. – Vol. 3. – P. 94-96.

91. Deshmukh, T.A. Antihyperglycaemic activity of alcoholic extract of *Aerva lanata* (L) A.L. Juss.ex J.A. Schultes leaves in alloxan induced diabetic mice / T.A. Deshmukh, V.Y. Bapuso, L.B. Sachin, L.B. Subhash // J Appl Biomed. – 2008. – Vol. 6. – P. 81-87.
92. Dhami, R.S. Taxonomy of Angiosperme / R.S. Dhami, G.D. Malhotra. – 3rd edn. – India: Malhotra Publication, 1996. – P. 656-663.
93. Edwards, R. No remedy in sight for herbal ransack / R. Edwards // New Scientist. – 2004. – Vol. 181, № 6. – P. 10-11.
94. Eusebio, J.E. Inventory, documentation and status of medicinal plants research in the Philippines / J.E. Eusebio, B.E. Umali // Medicinal plants research in Asia. The framework and project workplans / Ed. by P.A. Batugal, J. Kanniah, S.Y. Lee, J.T. Oliver. – Serdang: International Plant Genetic Resources Institute, 2004. – P. 147-183.
95. Shalati, F. Morphological characters, flowering and seed germination of the Indonesian medicinal plant *Orthosiphon aristatus* / F. Shalati, A. Kurniawati, M. Melati, Y. Wahyu // Biodiversitas Journal of Biological Diversity. – 2019. – Vol. 20. – P. 328-337. – DOI: 10.13057/biodiv/d200204
96. Galato, D. Antioxidant capacity of phenolic and related compounds: correlation among electrochemical, visible spectroscopy methods and structure-antioxidant activity / D. Galato, K. Ckless, M.F. Susin, C. Giacomelli, A. Spinelli // Redox Rep. – 2001. – Vol. 6. – P. 243-250.
97. Girach, R.D. Traditional plant remedies among the Kondh of district Dhenkal (Orissa) / R.D. Girach, S.P.A. Aminuddin, S.A. Khan // International Journal of Pharmacognosy. – 1994. – Vol. 32. – P. 274-283.
98. Goyal, M. *Aerva lanata*: A review on phytochemistry and pharmacological aspects / M. Goyal, A. Pareek, B.P. Nagori, D. Sasmal // Pharmacogn. Rev. – 2011. – Vol. 5, № 10. – P. 195-198.
99. Guha Bakshi, D.N. A Lexicon of Medicinal Plants in India / D.N. Guha Bakshi, S. Sen Sarma, D.C. Pal. – Vol. 1. – Calcutta: Naya prakash, 1999. – P. 61-62.

100. Guha Baksi, D.N. Flora of Murshidabad District, West Bengal, India. – Jodhpur: Scientific publishers, 1984. – 262 p.
101. Gupta, A.K. Reviews on Indian Medicinal Plants / A.K. Gupta, T. Neeraj. – Vol. 1. – New Delhi: ICMR, 2004. – P. 338-340.
102. Handa, S.S. Compendium of Medicinal and Aromatic Plants-ASIA / S.S. Handa, D.D. Rakesh, K. Vasisht. – Trieste: ICS-UNIDO, 2006.
103. Heinrich, M. Ethnopharmacology in drug discovery: An analysis of its role and potential contribution / M. Heinrich, S. Gibbons // J. Pharm. Pharmacol. – 2001. – Vol. 53. – P. 425-432.
104. Hemadri, K. Folklore claims from Andhra Pradesh, India / K. Hemadri, P.V. Raj, S.S. Rao, C.R.R. Sharma // J Sci Res Plant Med. – 1980. – Vol. 1. – P. 37-49.
105. Ho, C.H. In vitro antibacterial and antioxidant activities of *Orthosiphon stamineus* Benth. extracts against food-borne bacteria / C.H. Ho, I. Noryati, S.F. Sulaiman, A. Rosma // Food Chem. – 2010. – Vol. 122. – P. 1168-1172.
106. Hossain, M.A. Isolation and characterisation of flavonoids from the leaves of medicinal plant *Orthosiphon stamineus* / M.A. Hossain, S.M.M. Rahman // Arabian Journal of Chemistry. – 2015. – Vol. 8. – P. 218-221.
107. Hsu, C.L. Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Orthosiphon aristatus* and its bioactive compounds / C.L. Hsu, B.H. Hong, Y.S. Yu, G.C. Yen // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2010. – Vol. 58, № 4. – P. 2150-2156.
108. Hussain, M.A. Chemical composition and anti-fungal properties of the essential oils and crude extracts of *Orthosiphon stamineus* Benth. / M.A. Hussain, Z. Ismail, A. Rahman, S.C. Kang // Industrial Crops and Products. – 2008. – Vol. 27, № 3. – P. 328-334.
109. IDF. International diabetes federation. diabetes atlas. – 5th ed. – Brussels: International Diabetes Federation, 2014.
110. Isnandar, H. Kumpulan ramuan obat tradisional Indonesia. – PJ Dayang sumbi, 2005. – P. 109-112.

111. Izteleuovna, T.B. The determination of diagnostic characters of *Aerva Lana* (L.) Juss. / T.B. Izteleuovna, M.R. Ubaydullaevna, K.K. Karzhauovna // Life Sci. – 2014. – Vol. 11. – P. 157-159.
112. Jaganath, L.B. Herbs-The Green Pharmacy of Malaysia / L.B. Jaganath, L.T. Ng. – Kuala Lumpur: Vinpress Sdn. Bhd and Malaysian Agricultural Research and Development Institute, 2000.
113. Joel, G.H. Goodman and Gilman, the Pharmacological Basis of Therapeutics / G.H. Joel, E.L. Lee. – 10th ed. – New York: McGraw-Hill, 2001. – P. 1679-1698.
114. John, D. One hundred useful raw drugs of the Kani tribes of Trivandrum forest division, Kerala, India / D. John // Int J Crude Drug Res. – 1984. – Vol. 22. – P. 17-39.
115. Joshi, S.G. Medicinal Plants. – New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co, 2007. – P. 15-16.
116. Kakrani, H.K.N. Traditional Treatment through herbs in Kutch district, Gujarat State, India, Part II, Analgesic, anti inflammatory, antirheumatic, antiarthritic plants / H.K.N. Kakrani, A.K. Saluja // Fitoterapia. – 1994. – Vol. 65. – P. 427-430.
117. Kapoor, S.L. Medicinal Plant wealth of the Karimnagar district of Andhra Pradesh / S.L. Kapoor, L.D. Kapoor // Bull Med Ethnobot Res. – 1980. – Vol. 1. – P. 120-144.
118. Kavimani, S. Diuretic activity of aqueous extract of *Orthosiphon thymiflorus* in rats / S. Kavimani, R. Ilango, J. Thangadurai, B. Jaykar, U. Majumdar, M. Gupta // Indian J. Pharmaceut. Sci. – 1997. – Vol. 59. – P. 96-98.
119. Keng, C.L. Morphological similarities and differences between the two varieties of cat's whiskers (*Orthosiphon stamineus* Benth.) grown in Malaysia / C.L. Keng, L.P. Siong // Int. J. Bot. – 2006. – Vol. 2. – P. 1-6.
120. Keng, H. Labiatae // Flora Malesiana. – 1978. – Vol. 8, № 3. – P. 379-381.
121. Khare, C.P. Indian medicinal plants. An illustrated dictionary. – New York: Springer-Verlag, 2007. – 900 p.
- 122.

123. Khatun, M.A. Scientific validation of eight medicinal plants used in traditional medicinal systems of Malaysia: a review / M.A. Khatun, M. Harun-Or-Rashid, M. Rahmarullah // *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*. – 2011. – Vol. 5, № 1. – P. 6.
124. Kiruthika, A. Anticancer studies on *Orthosiphon pallidus* royle. And *Peristrophe bicalyculata* nees / A. Kiruthika, S.M. Meenakshi // *J. Pharm. Res.* – 2011. – Vol. 4. – P. 2654-2656.
125. Kumar, D. Comparision of Diuretic activity of ethanolic extract of *Aerva lanata* (linn.) juss. ex. Schult & *Aerva tomentosa* forsk. Family: Amaranthaceae / D. Kumar, D.N. Prasad, S.P. Bhatnagar // *Ancient science of life*. – 2005. – Vol. 25, № 2. – P. 66-68.
126. Kumar, G. Phytochemical composition and in vitro antioxidant activity of aqueous extract of *Aerva lanata* (L.) Juss. ex Schult. Stem (Amaranthaceae) / G. Kumar, L. Karthik, K.V. Bhaskara Rao // *Asian Pac J Trop Med*. – 2013. – Vol. 6. – P. 180-187.
127. Lee, H.J. Hexane Extract of *Orthosiphon stamineus* Induces Insulin Expression and Prevents Glucotoxicity in INS-1 Cells / H.J. Lee, Y.J. Choi, S.Y. Park, J.Y. Kim, K.C. Won, J.K. Son, Y.W. Kim // *Diabetes Metab. J.* – 2015. – Vol. 39. – P. 51-58.
128. Maheswari, C. Hepatoprotective activity of *Orthosiphon stamineus* on liver damage caused by paracetamol in rats / C. Maheswari, R. Maryammal, R. Venkatanarayanan // *Jordan Journal of Biological Sciences*. – 2008. – Vol. 1, № 3. – P. 105-108.
129. Majmudar, F.I. *Aerva lanata*- its diuretic and hepato protective activity / F.I. Majmudar, M.B. Shah, K.N. Patel, B.K. Shah // *Indian J Nat Products*. – 1999. – Vol. 15, № 1. – P. 9-12.
130. Mallabev, A. Carbohydrates of *Aerva lanata* / A. Mallabev, A. Rakhimov, Y.M. Murdakhaev // *Chemistry of Natural Compounds*. – 1989. – Vol. 25, № 3. – P. 369-370.

131. Mammen, D. Identification of Pharmacognostic and Phytochemical Biomarkers to Distinguish between *Aerva lanata* Juss ex Schultes and its substitute, *Nothos Aerva brachiata* (L.).W. & A. / D. Mammen, M. Daniel, R.T. Sane // International Journal of Pharmaceutical Research. – 2012. – Vol. 4. – P. 116-119.
132. Manavalan, R. Evaluation of nephroprotective activity of *Orthosiphon stamineus* extracts using rat model / R. Manavalan // Evaluation. – 2010. – Vol. 2, № 1. – P. 209-215.
133. Manoharan, S. Hepatoprotective activity of *Aerva lanata* Linn against Paracetamol induced hepatotoxicity in Rats / S. Manoharan, A. Jaswanth, S. Sengottuvelu, J. Nandhakumar, R. Duraisamy, D. Karthikeyan, R. Mallegaswari // Research J Pharm and Tech. – 2008. – Vol. 1, № 4. – P. 398-400.
134. Manshor, N.M. Vascular reactivity concerning *Orthosiphon stamineus* Benth mediated antihypertensive in aortic rings of spontaneously hypertensive rats / N.M. Manshor, A. Dewa, M.Z. Asmawi, Z. Ismail, N. Razali, Z. Hassan // International Journal of Vascular Medicine. – 2013. – Vol. 2013. – Article ID 456852. – 8 p. – DOI: 10.1155/2013/456852
135. Mariam, A. Hypoglycaemic activity of the aqueous extract of *Orthosiphon stamineus* / A. Mariam, M.Z. Asmawi, A. Sadikun // Fitoterapia. – 1996. – Vol. 67, № 5. – P. 465-468.
136. Mariswamy, Y. GC-MS studies on methanolic extracts of *Aerva lanata* L. / Y. Mariswamy, W.E. Gnanaraj, J.N. Antonisamy, A.A. Adaikalam, V. Jamesraj // Indo American Journal of Pharmaceutical Research. – 2013. – Vol. 3. – P. 2687-2717.
137. Masuda, T. Orthosiphon A and B, novel diterpenoid inhibitors of TPA (12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate)-induced inflammation, from *Orthosiphon stamineus* / T. Masuda, K. Masuda, S. Shiragami, A. Jitoe, N. Nakatani // Tetrahedron. – 1992. – Vol. 48. – P. 6787-6792.
138. Matsubara, T. Antihypertensive actions of methylripariochromene A from *Orthosiphon aristatus*, an Indonesian traditional medicinal plant / T. Matsubara, T. Bohgaki, M. Watarai, H. Suzuki, K. Ohashi, H. Shibuya // Biol. Pharm. Bull. – 1999. – Vol. 22. – P. 1083-1088.

139. Mohamed, E.A.H. Antidiabetic properties and mechanism of action of *Orthosiphon stamineus* Benth bioactive sub-fraction in streptozotocin-induced diabetic rats / E.A.H. Mohamed, M.F. Yam, L.F. Ang, A.J. Mohamed, M.A. Asmawi // J. Acupunct. Meridian Stud. – 2013. – Vol. 6, № 1. – P. 31-40.
140. Mohanty, R.B. Traditional Phytotherapy for diarrhoeal diseases in Ganjan and Phulbani district of South Orissa, India / R.B. Mohanty, S.N. Padhy, S.K. Dash // Ethnobotany. – 1996. – Vol. 8. – P. 60-65.
141. Mukerjee, T. Herbal drugs for urinary stones / T. Mukerjee, N. Bhalla, A.G. Singh, H.C. Jain // Indian Drugs. – 1984. – Vol. 21. – P. 224-228.
142. Musa, Y. Tumbuhan Ubatan Popular Malaysia / Y. Musa, A.K. Azimah, H. Zaharah. – Serdang: Malaysian Agricultural Research and Development Institute, 2009.
143. Nagaratna, A. A pharmacological review on Gorakha ganja (*Aerva lanata* (Linn) Juss. Ex. Schult) / A. Nagaratna, L.H. Prakash, A. Harini // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2014. – Vol. 3. – P. 253-257.
144. Nevin, K.G. Effect of *Aerva lanata* against hepatotoxicity of carbon tetrachloride in rats / K.G. Nevin, P.L. Vijayammal // Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2005. – Vol. 20, № 3. – P. 471-477.
145. Nevin, K.G. Effect of *Aerva lanata* on solid tumor induced by DLA cells in mice / K.G. Nevin, P.L. Vijayammal // Fitoterapia. – 2003. – Vol. 74. – P. 578-582.
146. Nevin, K.G. Pharmacological and immunomodulatory effects of *Aerva lanata* in Dalton's lymphoma ascites bearing mice / K.G. Nevin, P.L. Vijayammal // Pharmaceutical Biology. – 2006. – Vol. 43, № 7. – P. 640-646.
147. Ngamrojanavanich, N. Inhibitory effects of selected Thai medicinal plants on Na⁺,K⁺-ATPase / N. Ngamrojanavanich, S. Manakit, S. Pornpakakul, A. Petsom // Fitoterapia. – 2006. – Vol. 77, № 6. – P. 481-483.
148. Nikolaev, S.M. Pharmacotherapeutic effectiveness of Nephrophyte in case of renal ischaemia / S.M. Nikolaev, A.G. Mondodoev, L.N. Skantanova, V.I. Glyzin, T.A. Azhunova // Rastitel'nye-Resursy. – 1996. – Vol. 32, № 1. – P. 117-121.
149. Ohashi, K. Indonesian medicinal plants. XXIII. Chemical structures of two new migrated pimarane-type diterpenes, neoorthosiphols A and B and suppressive

effects on rat thoracic aorta of chemical constituents isolated from the leaves of *Orthosiphon aristatus* (Lamiaceae) / K. Ohashi, T. Bohgaki, T. Matsubara, H. Shibuya // Chem. Pharm. Bull. – 2000. – Vol. 48. – P. 433-435.

150. Omoyeni, O.A. Chemical composition, calcium, zinc and phytate interrelationships in *Aerva lanata* (Linn) Juss. ex Schult leaves / O.A. Omoyeni, E.I. Adeyeye // Orient J Chem. – 2009. – Vol. 25. – P. 485-488.

151. Perumal Samy, R. Preliminary screening of ethnomedicinal plants from India / R. Perumal Samy, S. Ignacimuthu, D. Patric Raja // J Ethnopharmacol. – 1999. – Vol. 66. – P. 235-240.

152. Pervykh, L.N. A study of the herb *Aerva lanata* IV, Flavanoid glycosides / L.N. Pervykh, B.S. Karasartov, G.G. Zapesochaya // Chemistry of Natural Compounds. – 1992. – Vol. 28, № 5. – P. 509-510.

153. Premgamone, A. *Orthosiphon* versus placebo in nephrolithiasis with multiple chronic complaints: a randomized control trial / A. Premgamone, P. Sriboonlue, S. Maskasem, W. Ditsataporncharoen, B. Jindawong // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. – 2009. – Vol. 6, № 4. – P. 495-501.

154. Prerhgamone, A. A long-term study on the efficacy of a herbal plant, *Orthosiphon grandiflorus*, and sodium potassium citrate in renal calculi treatment / A. Prerhgamone, P. Sriboonlue, W. Disatapornjaroen, S. Maskasem, N. Sinsupan, C. Apinives // Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health. – 2001. – Vol. 32, № 3. – P. 654-660.

155. Ragavendra, P. Phytochemical screening and antioxidant activity of *Aerva lanata* (L)-An in-vitro study / P. Ragavendra, D. Sophia, C.A. Raj, T. Starlin, V.K. Gopalakrishnan // Asian J Pharm Clin Res. – 2012. – Vol. 5. – P. 77-81.

156. Ragavendran, P. Elemental analysis of *Aerva lanata* (L.) by EDX method / P. Ragavendran, C. Arul Raj, D. Sophia, T. Starlin, V.K. Gopalakrishnan // International Research Journal of Pharmacy. – 2012. – Vol. 3. – P. 218-220.

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

158. Rastogi, R.P. Compendium of Indian Medicinal Plants / R.P. Rastogi, B.N. Mehrotra. – Vol. 2. – New Delhi: CDRI and NISCOM, 1979. – P. 18.
159. Rastogi, R.P. Compendium of Indian Medicinal Plants / R.P. Rastogi, B.N. Mehrotra. – Vol. 4. – New Delhi: CDRI and NISCOM, 1984. – P. 15-16.
160. Ranjan, R.B. Comparative pharmacognostic study of two species of *Aerva* Juss / R.B. Ranjan, S.S. Deokule // Int J Pharm Sci Rev Res. – 2013. – Vol. 22. – P. 112-116.
161. Raskin, I. Can an apple a day keep the doctor away? / I. Raskin, C. Ripoll // Current Pharmaceutical Research. – 2004. – Vol. 10, № 6. – P. 3419-3429.
162. Royal Botanic Gardens, Kew. Royal Botanic Gardens, Kew - Herbarium Specimens. Occurrence dataset // GBIF.org. – 2025. – URL: <https://doi.org/10.15468/ly60bx>
163. Sadashiva, C.T. Chemical composition of essential oil from *Orthosiphon diffuses* Benth / C.T. Sadashiva, P. Sharanappa, Y. Naidoo, C.T. Sulaimon, I. Balachandran // J. Med. Plants Res. – 2013. – Vol. 7. – P. 170-172.
164. Sahoo, A.K. Ethnobotany of south Chotanagpur (Bihar) / A.K. Sahoo, V. Mudkal // Bull Bot Surv India. – 1993. – Vol. 35. – P. 40-59.
165. Samy, J. Herbs of Malaysia: An Introduction to the Medicinal, Culinary, Aromatic and Cosmetic Use of Herbs / J. Samy, M. Sugumaran, K.L.W. Lee. – Shah Alam: Marshall Cavendish (Malaysia) Sdn Bhd, 2009. – P. 176-177.
166. Sankaran, S. Some Medicinal Plants used by the tribal's of Shervaroy hills, Tamil Nadu / S. Sankaran, C. Alagesaboopathi // Flora Fauna. – 1995. – Vol. 1. – P. 137-138.
167. Schmidt, B. A natural history of botanical therapeutics / B. Schmidt, D.M. Ribnicky, A. Poulev, S. Logendra, W.T. Cefalu, I. Raskin // Metabolism. – 2008. – Vol. 57. – P. S3-S9.
168. Schwarz, P.E.H. Global diabetes survey an annual report on quality of diabetes care / P.E.H. Schwarz, G. Gallein, D. Ebermann, A. Müller, A. Lindner, U. Rothe, G. Müller // Diabetes Res Clin Pract. – 2013. – Vol. 100. – P. 11-18.

169. Shah, G.L. Ethnomedical notes from the tribal inhabitants of the North Gujarat (India) / G.L. Shah, G.V. Gopal // J Econ Tax Bot. – 1985. – Vol. 6. – P. 193-201.
170. Shantanova, L.N. The influence of a nephrophyte preparation on the functional state of liver and kidneys during intoxication by carbon tetrachloride / L.N. Shantanova, S.M. Nikolaev, A.G. Mondodoev // Rastitel'nye Resursy. – 1997. – Vol. 33, № 4. – P. 76-81.
171. Shevchuk, O.M. Features of the development of tropical crops in the conditions of dry subtropics of the Southern coast of the Crimea / O.M. Shevchuk, L.A. Logvinenko, A.A. Korostylev // International Scientific and Practical Conference «Methods for Synthesis of New Biologically Active Substances and Their Application in Various Industries of the World Economy – 2023» (MSNBAS2023). – Les Ulis, 2024. – C. 03008.
172. Shibuya, H. Chemical structures of two new isopimarane- type diterpenes, Orthosiphonones A and B and a new benzochromene, orthochroinene A from the leaves of *Orthosiphon aristatus* (Lamiaceae) / H. Shibuya // Chem. Pharmaceut. Bull. – 1999. – Vol. 47. – P. 695-698.
173. Shirwaikar, A. Effect of *Aerva lanata* on cisplatin and gentamicin models of acute renal failure / A. Shirwaikar, D. Issac, S. Malani // J Ethnopharmacol. – 2004. – Vol. 90, № 1. – P. 81-86.
174. Sikarwar, R.L.S. Folk medicines of the Morena District, Madhya Pradesh, India / R.L.S. Sikarwar, J.P. Kaushik // International Journal of Pharmacognosy. – 1993. – Vol. 31. – P. 283-287.
175. Singh, L.B. An ethno-medico-botanical study of Deoghar District (Bihar) / L.B. Singh, C.L. Singh // Bio Journal. – 1992. – Vol. 4. – P. 83-86.
176. Singh, V. Medicinal plantlore of tribals of Eastern Rajasthan (India) / V. Singh, R.P. Pandey // J Econ Tax Bot. – 1980. – Vol. 1. – P. 137-147.
177. Sini, K.R. In-vitro cytotoxic activity of *Orthosiphon thymiflorus* Roth.) sleensen leaf extract against dalton lymphoma ascites cell line / K.R. Sini, Y. Haribabu,

M.S. Sajith, K.S. Sreekumar // J. Chem. Pharmaceut. Res. – 2012. – Vol. 4. – P. 917-921.

178. Soundararajan, P. Hypolipidemic activity of *Aerva lanata* on Ethylene glycol induced Calcium Oxalate Urolithiasis in rats / P. Soundararajan, R. Mahesh, T. Ramesh, V.H. Begum // Pharmacology online. – 2007. – Vol. 1. – P. 557-563.

179. Soundararajan, P. Effect of *Aerva lanata* on calcium oxalate urolithiasis in rats / P. Soundararajan, R. Mahesh, T. Ramesh, H.V. Begam // Indian Journal of Experimental Biology. – 2006. – Vol. 44. – P. 981-986.

180. Sudhakar, A. Medicinal importance of some angiospermic weeds used by the rural people of Chittoor district of Andhra Pradesh, India / A. Sudhakar, K.M. Chetty // Fitoterapia. – 1998. – Vol. 69. – P. 390-400.

181. Sundarammal, S. Chemical composition analysis and antioxidant activity evaluation of essential oil from *Orthosiphon thymiflorus* (Roth) Sleesen / S. Sundarammal, R. Thirugnanasampandan, M.T. Selvi // Asian Pac. J. Trop. Biomed. – 2012. – Vol. 2. – P. S112-S115.

182. Suresh, A. Siphonols A-E: Novel Nitric Oxide Inhibitors from *Orthosiphon stamineus* of Indonesia / A. Suresh, T. Yasuhiro, H. Arjun, S. Banskota, K.T. Shimoji, S. Shigetoshi // Bioorganic and Medical Chemistry Letters. – 2003. – Vol. 13, № 2. – P. 31-35.

183. Tezuka, Y. Constituents of the Vietnamese medicinal plant *Orthosiphon stamineus* / Y. Tezuka, P. Stampoulis, A.H. Banskota et al. // Chem. Pharm. Bull. – 2000. – Vol. 48. – P. 1711-1719.

184. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Botanical Journal of the Linnean Society. – 2016. – Vol. 181, № 1. – P. 1-20.

185. Tong, W.Y. Antimicrobial activities of endophytic fungal isolates from medicinal herb *Orthosiphon stamineus* Benth / W.Y. Tong, I. Darah, Z. Latiffah // Journal of Medicinal Plants Research. – 2011. – Vol. 5, № 5. – P. 831-836.

186. Townsend, C.C. *Amaranthaceae* / C.C. Townsend // Flowering Plants • Dicotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants. – Berlin, Heidelberg: Springer, 1993. – Vol. 2. – P. 70-91. – DOI: 10.1007/978-3-662-02899-5_7
187. Tripathi, Y.C. Medicinal plants of Rajasthan in Indian system of medicine / Y.C. Tripathi, V.V. Prabhu, R.S. Pal, R.N. Mishra // *Ancient Sci Life*. – 1996. – Vol. 15. – P. 190-212.
188. Upadhyay, O.P. Ethno botanical study of skin treatment uses of medicinal plants of Bihar / O.P. Upadhyay, K. Kumar, R.K. Tiwari // *Pharmaceut Biol*. – 1998. – Vol. 36. – P. 167-172.
189. Valsaraj, R. Antimicrobial screening of selected medicinal plants from India / R. Valsaraj, P. Pushpangadan, U.W. Smitt, A. Andersen, U. Nyman // *J Ethnopharmacol*. – 1997. – Vol. 58. – P. 75-83.
190. Vedavathy, S. Nephro Protectors Folk Medicine of Royalseema- Andhra Pradesh / S. Vedavathy, K.N. Rao // *Ancient Sci Life*. – 1990. – Vol. 9. – P. 164-167.
191. Vetrichelvan, T. Diuretic and antiinflammatory activities of *Aerva lanata* in rats / T. Vetrichelvan, M. Jegadeesan, M.S. Palaniappan, N.P. Murali, K. Sasikumar // *Ind J Pharm Sci*. – 2000. – Vol. 62, № 4. – P. 300-302.
192. Vetrichelvan, T. Antidiabetic activity of alcoholic extract of *Aerva lanata* L Juss. Ex Schultes in rats / T. Vetrichelvan, M. Jegadeesan // *J Ethnopharmacol*. – 2002. – Vol. 80, № 2-3. – P. 103-107.
193. Vijaya kumar, R. Medicinal plants used by tribals of Prakasam District, Andhra Pradesh / R. Vijaya kumar, T. Pullaiah // *Ethno botany*. – 1998. – Vol. 10. – P. 97-102.
194. Vijayalakshmi, R. HPTLC method for quantitative determination of gallic acid in ethanolic root extract of *Diospyrus ferrea* (Willd.) Bakh and *Aerva lanata* (L.) Juss. Ex Schultes-A potent Indian medicinal plants / R. Vijayalakshmi, R. Ravindhran // *Asian J Pharm Clin Res*. – 2012. – Vol. 5. – P. 170-174.
195. Vijayalakshmi, R. Pharmacognostical studies on root of *Diospyrus ferrea* (Willd.) Bakh and *Aerva lanata* Linn. A potent Indian medicinal plants / R. Vijayalakshmi, R. Ravindhran // *Asian J Pharm Clin Res*. – 2013. – Vol. 6. – P. 57-62.

196. Vijayalakshmi, R. Preliminary comparative phytochemical screening of root extracts of *Diospyrus ferrea* (Willd.) Bakh and *Aerva lanata* (L.) Juss. Ex Schultes / R. Vijayalakshmi, R. Ravindhran // Asian J Plant Sci Res. – 2012. – Vol. 2. – P. 581-587.
197. Vines, G. Herbal harvests with a future: towards sustainable sources with medicinal plants / G. Vines. – Plantlife International, 2004. – URL: www.plantlife.org.uk
198. Wealth of India: Raw materials. – Vol. 3. – New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research, 1966. – P. 168-170.
199. Wiart, C. Medicinal Plants of the Asia-Pacific: Drugs from the Future? – Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2006.
200. Wild, S. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030 / S. Wild, G. Roglic, A. Green, R. Sicree, H. King // Diabetes Care. – 2004. – Vol. 27. – P. 1047-1053.
201. Willcox, J. Antioxidants and prevention of chronic disease / J. Willcox, A. Sarah, G. Catignani // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. – 2004. – Vol. 44. – P. 275-295.
202. Woottisin, S. Effects of *Orthosiphon grandiflorus*, *Hibiscus sabdariffa* and *Phyllanthus amarus* extracts on risk factors for urinary calcium oxalate stones in rats / S. Woottisin, R.Z. Hossain, C. Yachantha, P. Sriboonlue, Y. Ogawa, S. Saito // Journal of Urology. – 2011. – Vol. 185, № 1. – P. 323-328.
203. Yam, M.F. Antioxidant and toxicity studies of 50% methanolic extract of *Orthosiphon stamineus* / M.F. Yam, C.P. Lim, L. Fung Ang, L.Y. Por, S.T. Wong, M.Z. Asmawi, M. Ahmad // BioMed Research International. – 2013. – Vol. 15, № 6. – P. 129-134.
204. Yam, M.F. A simple isocratic HPLC method for the simultaneous determination of sinensetin, eupatorin, and 30-hydroxy-5,6,7, 40- tetramethoxyflavone in *Orthosiphon stamineus* extracts / M.F. Yam, E.A.H. Mohamed, L.F. Ang, L. Pei, Y. Darwis, R. Mahmud, M.Z. Asmawi, R. Basir, M. Ahmad // Journal Acupunct. Meridian Stud. – 2012. – Vol. 5, № 4. – P. 176-181.

205. Yamunadevi, M. FTIR spectroscopic studies on *Aerva lanata* (L.) Juss. Ex Schult / M. Yamunadevi, E.G. Wesely, M.A. Johnson // Asian J Pharm Clin Res. – 2012. – Vol. 5. – P. 82-86.
206. Yoga Narasimhan, S.N. Medicinal plants from Mysore district, Karnataka / S.N. Yoga Narasimhan, A.V. Bhat, V.S. Togunashi // Indian Drug Pharmaceut Ind. – 1979. – Vol. 14. – P. 7-22.
207. Yuldashev, A.A. Components of *Aerva lanata* / A.A. Yuldashev, M.P. Yuldashev, V.N. Abdullabekova // Chemistry of Natural Compounds. – 2002. – Vol. 38, № 3. – P. 293-294.
208. Zapesochnaya, G. Canthin-6-one and β -Carboline Alkaloids from *Aerva lanata* / G. Zapesochnaya, V. Kurkin, V. Okhanov, A. Miroshnikov // Planta Medica. – 1992. – Vol. 58, № 2. – P. 192-195.
209. Zapesochnaya, G.G. Structure of the alkaloids of *Aerva lanata* / G.G. Zapesochnaya, V.A. Kurkin, V.V. Okhanov, L.N. Perzykh, A.I. Miroshnilov // Chem Nat Compd. – 1991. – Vol. 27. – P. 725-728.
210. Zapesochnaya, G.G. A study of the herb *Aerva lanata* II. Feruloylamines / G.G. Zapesochnaya, V.A. Kurkin, L.N. Pervykh // Chem Nat Compd. – 1990. – Vol. 26. – P. 590-591.
211. Zapesochnaya, G.G. A study of the herb *Aerva lanata* III alkaloids / G.G. Zapesochnaya, L.N. Pervykh, V.A. Kurkin // Chemistry of Natural compounds. – 1991. – Vol. 27, № 3. – P. 336-340.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица А 1 – Сроки наступления фенологических фаз *Aerva lanata* Juss.

Фенологическая фаза		Условия культивирования									
		защищенный грунт					открытый грунт				
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Всходы		04.06	23.06	11.06	15.06	02.06	14.06	29.06	30.06	17.06	16.06
Вегетативный рост		01.07	22.07	02.07	04.07	29.06	28.06	17.07	12.07	11.07	04.07
Бутонизация	начало	18.07	07.08	21.07	20.07	14.07	15.07	31.07	19.07	21.07	17.07
	массовое	26.07	20.08	30.07	28.07	28.07	19.07	03.08	22.07	27.07	24.07
Цветение	начало	08.08	02.09	11.08	10.08	10.08	26.07	17.08	30.07	01.08	03.08
	массовое	19.08	10.09	17.08	16.08	18.08	09.08	26.08	09.08	15.08	14.08
	конец	17.09	15.10	20.09	16.09	20.09	06.09	28.09	10.09	14.09	22.09
Плодоношение	начало	04.09	28.09	02.09	05.09	04.09	19.08	07.09	23.08	26.08	28.08
	массовое	13.09	12.10	13.09	09.09	11.09	30.08	14.09	03.09	07.09	07.09
	конец	23.09	21.10	22.09	22.09	06.10	23.09	21.10	22.09	22.09	06.10
Продолжительность вегетации, дней	до массового цветения	76	79	66	62	77	56	58	40	59	59
	до конца вегетации	111	120	103	99	126	101	114	84	97	112

Таблица А 2 – Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) нарастающим итогом, необходимая для роста и развития растений *Aerva lanata* Juss.

Фенологическая фаза	Условия культивирования									
	защищенный грунт					открытый грунт				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Всходы	405,1	369,2	275,3	365,5	290,5	606,2	482,1	652,3	385,1	521,8
Вегетативный рост	1125,0	1147,6	556,0	826,3	640,2	975,9	945,9	945,7	931,4	922,4
Бутонизация	1732,3	1917,0	1497,5	1459,8	1693,2	1439,9	1368,6	1232,5	1307,8	1416,7
Массовое цветение	2340,0	2436,0	1974,5	2001,7	2274,6	1940,9	1943,4	1700,9	1807,6	1944,2
Массовое плодоношение	2992,0	3124,4	2627,1	2634,9	2910,0	2485,0	2402,5	2312,9	2380,7	2588,9
Конец вегетации	3199,2	3303,0	2813,7	2927,5	3451,8	3003,0	3143,4	2675,2	2294,2	3201,4

Таблица А 3 – Сумма эффективных температур ($>15^{\circ}\text{C}$), накапливаемая за межфазный период *Aerva lanata* Juss.

Фенологическая фаза	Условия культивирования									
	защищенный грунт					открытый грунт				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Посев – всходы	135,1	144,2	65,3	155,5	80,5	186,2	167,1	158,8	145,1	102,4
Всходы – вегетативный рост	314,8	343,5	100,7	175,8	235,2	159,7	193,8	113,4	186,3	130,6
Вегетативный рост – бутонизация	232,3	334,4	431,5	273,4	327,6	149,0	167,7	136,8	136,4	194,3
Бутонизация – массовое цветение	247,7	204,0	207,1	257,0	266,4	186,0	229,8	198,4	214,8	212,5
Массовое цветение – плодоношение	277,0	208,4	247,6	273,2	275,3	229,1	174,1	237,0	228,1	284,7
Массовое цветение – конец вегетации	334,4	252,0	299,2	370,8	442,2	391,9	361,0	314,3	301,7	462,2

Таблица А 4 – Сроки наступления фенологических фаз *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Фенологическая фаза		Условия культивирования									
		защищенный грунт					открытый грунт				
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Вегетативный рост		01.07	22.07	02.07	04.07	22.06	08.07	24.07	12.07	13.07	11.07
Бутонизация	начало	01.08	07.08	03.08	08.08	27.07	26.07	10.07	26.07	25.07	23.07
	массовое	09.08	20.08	13.08	16.08	07.08	31.07	17.08	29.07	01.08	28.07
Цветение	начало	21.08	01.09	24.08	26.08	18.08	08.08	24.08	04.08	08.08	07.08
	массовое	29.08	10.09	03.09	05.09	30.08	14.08	02.09	09.08	15.08	14.08
	конец	22.09	15.10	20.09	21.09	02.10	18.09	12.10	17.09	19.09	29.09
Плодоношение	начало	09.09	22.09	13.09	12.09	08.09	23.08	10.09	18.08	22.08	21.08
	массовое	13.09	25.09	16.09	16.09	14.09	28.08	14.09	27.08	30.08	30.08
	конец	23.09	21.10	22.09	22.09	06.10	23.09	21.10	22.09	22.09	06.10
Продолжительность вегетации, дней	до массового цветения	104	94	98	96	103	89	86	73	75	87
	до конца вегетации	129	135	117	113	140	129	135	117	113	140

Таблица А 5 – Сумма активных температур ($>10^{\circ}\text{C}$) нарастающим итогом, необходимая для роста и развития растений *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Фенологическая фаза	Условия культивирования									
	защищенный грунт					открытый грунт				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Вегетативный рост	1125,0	1147,6	794,3	826,3	930,7	1206,4	1120,9	945,7	976,8	1102,7
Бутонизация	2084,1	1917,0	1873,0	2001,7	1963,8	1734,7	1727,5	1413,1	1438,1	1512,3
Массовое цветение	2622,9	2436,0	2420,2	2552,2	2614,6	2063,3	2117,8	1506,7	1807,6	1944,2
Массовое плодоношение	2992,0	2776,4	2693,8	2790,3	2972,2	2435,8	2402,5	2136,9	2189,6	2394,7
Конец вегетации	3199,2	3303,0	2813,7	2927,5	3451,8	3003,0	3143,4	2675,2	2679,3	3201,4

Таблица А 6 – Сумма эффективных температур ($>15^{\circ}\text{C}$), накапливаемая за межфазный период *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Фенологическая фаза	Условия культивирования									
	защищенный грунт					открытый грунт				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Посадка – вегетативный рост	450,0	487,6	269,3	331,3	315,7	426,4	430,9	272,2	346,8	308,3
Вегетативный рост – бутонизация	374,1	334,4	493,8	530,4	448,2	183,3	246,6	212,4	176,3	154,6
Бутонизация – массовое цветение	238,8	204,0	232,2	250,5	305,8	118,6	150,3	122,8	159,5	176,9
Массовое цветение – плодоношение	144,1	115,5	78,7	73,1	132,5	162,5	104,7	166,0	157,0	210,5
Массовое цветение – конец вегетации	201,5	252,0	108,5	120,3	282,2	344,5	291,6	314,3	301,7	462,2

Приложение Б

Таблица Б 1 – Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян *Aerva lanata* Juss. в зависимости от температуры проращивания, %

Температура воздуха, С	Показатель	Год исследования				
		2019	2020	2021	2022	2023
20	энергия прорастания	0,3±0,3	0,5±0,5	0,3±0,3	0,0±0,0	0,3±0,3
	лабораторная всхожесть	3,3±0,8	4,8±1,1	5,0±1,5	3,3±1,1	5,3±1,1
20–30	энергия прорастания	9,8±2,8	13,0±3,5	7,5±3,1	9,5±1,7	13,5±2,4
	лабораторная всхожесть	62,3±7,5	59,3±4,0	60,8±6,3	48,5±1,0	61,8±4,2
30	энергия прорастания	5,3±1,4	3,8±1,0	5,0±1,1	8,3±2,5	6,3±2,1
	лабораторная всхожесть	34,0±7,4	40,5±6,2	38,5±11,0	48,8±5,9	42,5±4,5

Таблица Б 2 – Всхожесть семян *Aerva lanata* Juss. в условиях открытого грунта, %

Срок посева	Год исследования		
	2019	2020	2021
3 декада апреля	38,7±1,5	38,0±3,8	41,3±4,6
1 декада мая	35,3±2,8	38,7±3,9	37,3±2,4
2 декада мая	46,7±3,9	43,7±3,5	46,7±3,2
1 декада июня	50,0±1,2	44,7±2,0	45,7±2,4

Таблица Б 3 – Некоторые особенности ризогенеза стеблевых черенков *Aerva lanata* Juss.

Вариант стимулирования корнеобразования	Показатель	Часть побега					
		основание			средняя часть		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Вода (контроль)	степень укоренения, %	8,7±1,8	7,0±1,7	8,7±1,5	5,0±1,7	5,0±2,1	5,7±2,0
	количество корней 1-го порядка, шт.	2,1±0,4	3,1±0,5	3,7±0,6	1,4±0,3	1,1±0,1	0,7±0,1
	длина корней 1-го порядка, см	1,1±0,1	1,6±0,2	1,3±0,1	0,4±0,1	0,6±0,2	0,8±0,1
ИМК 50 мг/л	степень укоренения, %	13,3±2,7	10,3±1,8	13,0±2,9	9,0±2,5	8,7±1,2	9,0±1,7
	количество корней 1-го порядка, шт.	3,7±0,5	4,2±0,8	5,8±1,1	2,8±0,3	3,2±0,5	1,6±0,2
	длина корней 1-го порядка, см	1,9±0,1	2,1±0,3	2,7±0,2	1,3±0,1	1,1±0,1	1,5±0,2
Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	степень укоренения, %	10,0±1,7	8,3±2,3	9,3±2,6	6,3±1,8	5,7±2,3	7,3±1,9
	количество корней 1-го порядка, шт.	3,0±0,3	3,6±0,5	3,2±0,5	1,8±0,2	1,6±0,2	0,8±0,1
	длина корней 1-го порядка, см	2,0±0,1	2,3±0,2	1,9±0,1	0,9±0,1	1,6±0,2	1,4±0,2

Таблица Б 4 – Некоторые особенности ризогенеза стеблевых черенков *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.

Вариант стимулирования корнеобразования	Показатель	Тип побега					
		1-го порядка			2-го порядка		
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Вода (контроль)	степень укоренения, %	88,3±1,8	83,0±4,0	94,3±2,3	86,3±1,3	82,7±3,8	90,0±3,2
	количество корней 1-го порядка, шт.	10,1±1,9	7,7±1,2	8,1±1,5	9,9±1,5	6,2±1,3	8,5±1,6
	длина корней 1-го порядка, см	3,6±0,7	3,0±0,3	3,1±0,5	2,2±0,2	3,5±0,6	3,5±0,5
ИМК 50 мг/л	степень укоренения, %	95,0±1,2	92,7±3,2	98,3±1,2	95,7±1,9	93,0±2,0	87,3±2,0
	количество корней 1-го порядка, шт.	12,3±2,1	10,6±1,8	8,6±1,9	9,8±1,6	10,7±2,0	8,9±1,9
	длина корней 1-го порядка, см	4,2±0,8	3,8±0,5	4,6±0,6	3,1±0,5	4,2±0,6	3,7±0,3
Смесь активированного угля с ИМК 50 мг/кг	степень укоренения, %	93,3±2,3	89,0±2,1	90,7±2,2	90,7±1,2	86,7±2,7	84,0±1,2
	количество корней 1-го порядка, шт.	7,7±1,1	10,4±1,9	9,3±1,5	8,5±1,7	7,2±1,3	11,2±2,1
	длина корней 1-го порядка, см	3,0±0,2	3,7±0,4	5,0±0,9	4,0±0,7	2,6±0,2	3,1±0,3

Приложение В

Таблица В 1 – Биометрические особенности и продуктивность надземной фитомассы *Aerva lanata* Juss. в период массового цветения – плодоношения

Показатель	Условия культивирования									
	защищенный грунт					открытый грунт				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Толщина корневой шейки, см	0,7±0,1	0,7±0,1	1,0±0,1	0,9±0,1	0,8±0,1	1,2±0,1	1,3±0,2	1,4±0,1	0,8±0,1	1,2±0,1
Высота растений, см	61,7±4,0	67,6±3,7	98,1±6,1	98,1±4,6	72,5±4,8	82,6±4,0	85,1±4,5	78,2±2,1	81,2±3,4	92,6±5,8
Диаметр растений*, см	28,9±3,2	31,0±2,4	88,0±6,1	77,1±2,3	63,4±5,1	73,1±1,8	77,2±1,5	70,3±2,1	62,0±2,0	83,4±1,9
Количество побегов*, шт.	5,9±1,1	6,8±0,5	11,6±0,8	10,8±0,7	8,9±0,7	14,5±1,0	12,8±1,1	19,7±0,6	12,2±0,7	18,2±1,1
Длина побегов*, см	43,8±3,1	48,7±3,2	71,6±3,7	81,1±4,3	53,8±4,0	61,8±2,7	60,2±3,9	63,1±1,3	62,5±2,0	60,7±2,9
Продуктивность надземной фитомассы, г/растение	32,3±4,2	37,1±4,5	99,7±8,5	93,9±9,3	78,6±5,9	142,5±8,6	165,3±13,1	127,6±8,9	95,5±9,1	178,2±9,4

Примечание – показатель с пометкой (*) означает, что учет проводился в средней части растений.

Таблица В 2 – Некоторые показатели качества высушенной травы *Aerva lanata* Juss., как лекарственного сырья, %

Показатель	Фенологическая фаза	Условия культивирования			
		защищенный грунт		открытый грунт	
		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Влажность	цветение	11,23	7,69	10,36	9,46
	массовое цветение – плодоношение	9,72	8,24	10,02	8,14
Зола общая	цветение	11,79	13,8	11,37	12,33
	массовое цветение – плодоношение	11,43	13,48	12,04	14,03
Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте	цветение	7,25	6,90	6,72	6,88
	массовое цветение – плодоношение	6,51	7,56	7,21	7,04

Таблица В 3 – Сумма флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в траве *Aerva lanata* Juss., %

Фенологическая фаза	Условия культивирования			
	защищенный грунт		открытый грунт	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Цветение	0,61	0,16	1,21	0,66
Массовое цветение – плодоношение	0,61	0,63	1,26	1,27

Таблица В 4 – Биометрические особенности и продуктивность надземной фитомассы *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. в период массового цветения – плодоношения

Показатель	Условия культивирования									
	защищенный грунт					открытый грунт				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Толщина корневой шейки, см	0,8±0,1	0,8±0,1	0,7±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1	0,8±0,1	0,9±0,1	0,8±0,1	0,9±0,1
Высота растений, см	68,8±4,9	47,4±4,0	63,5±3,4	66,0±5,1	65,9±4,4	57,1±2,7	44,1±2,9	64,1±1,6	56,5±2,1	55,0±1,9
Диаметр растений*, см	95,7±5,2	58,3±7,3	72,4±3,3	84,3±3,4	80,4±5,1	81,5±4,8	59,7±5,0	83,7±3,7	56,4±5,0	78,5±5,1
Количество побегов 1-го порядка*, шт.	4,8±0,7	4,4±0,4	5,1±0,1	5,3±0,5	4,9±0,8	6,9±0,4	6,5±0,6	9,5±0,1	5,9±0,8	7,7±0,7
Длина побегов 1-го порядка*, см	63,3±5,8	38,1±4,5	54,5±2,6	53,7±4,5	49,6±4,0	55,1±4,7	36,0±3,4	57,0±2,2	41,9±1,8	51,6±4,5
Продуктивность надземной фитомассы, г/растение	96,5±18,5	51,5±10,4	71,0±6,1	95,9±14,6	86,3±12,8	211,6±31,2	117,4±22,5	153,9±16,7	69,5±14,9	184,0±28,3

Примечание – показатель с пометкой (*) означает, что учет проводился в средней части растений.

Таблица В 5 – Некоторые показатели качества смеси высушенных листьев и верхушек побегов *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., как лекарственного сырья, %

Показатель	Фенологическая фаза	Условия культивирования			
		защищенный грунт		открытый грунт	
		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Влажность	бутонизация	10,38	8,90	5,21	7,52
	цветение	11,12	9,06	8,15	10,47
Зола общая	бутонизация	9,61	8,79	11,85	9,37
	цветение	9,94	9,38	10,86	10,31
Зола, нерастворимая в хлористоводородной кислоте	бутонизация	2,80	2,66	3,14	2,39
	цветение	3,57	2,53	2,16	3,12

Таблица В 6 – Содержание экстрактивных веществ, извлекаемых водой, в смеси высушенных листьев и верхушек побегов *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq., %

Фенологическая фаза	Условия культивирования			
	защищенный грунт		открытый грунт	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Бутонизация	22,72	23,64	25,49	25,02
Цветение	23,60	25,27	23,11	24,43

Акт о внедрении результатов исследований

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по научной
работе ПМФИ – филиала ФГБОУ ВО
ВолГМУ Минздрава России, д.ф.н.,
профессор

Д.А. Коновалов Д.А. Коновалов
« » 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФГБУН «НБС-ННЦ»,
И.И. Корр. РАН

Ю.В. Плугатарь

« » 2022 г.

AKT

о внедрении результатов научной и инновационной деятельности

1. **Авторы (соавторы) внедрения:** д.б.н., заведующая отделом технических культур и биологически активных веществ ФГБУН «НБС-ННЦ» *Шевчук Оксана Михайловна*, аспирант, м.н.с. лаборатории ароматических и лекарственных растений *Коростылев Андрей Андреевич*, д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России *Коновалов Дмитрий Алексеевич*.
2. **Источник предложения:** материалы диссертационной работы «Морфолого-биологические особенности развития *Aerva lanata* Juss. и *Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq. и перспективы их культивирования в условиях Южного берега Крыма».
3. **Название объекта внедрения:** Информационное письмо «Методика количественного определения флавоноидов в траве эрвы шерстистой и листьях ортосифона тычиночного».
4. **Наименование организации, где используются результаты исследования:** Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
5. **Дата начала отчета внедрения:** 10.01.2022 г.
6. **Заключение об эффективности внедрения:** использование предложенной методики в учебном процессе (в том числе при выполнении курсовых и дипломных научно-исследовательских работ) у студентов фармацевтического факультета позволяет оптимизировать способы количественного определения фенольных соединений в лекарственном растительном сырье.

Руководитель подразделения, из которого исходит внедрение:

Коновалов Д.А. д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России

Ответственный за внедрение:

Коростылев А.А. аспирант, м.н.с. лаборатории ароматических и
лекарственных растений ФГБУН «НБС-ННЦ»