

УДК 582.661.20:381.4:131.529(477.75)  
DOI: 10.36305/0513-1634-2021-140-111-119

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОВ, СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ *AERVA LANATA* (L.) JUSS. В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА

Андрей Андреевич Коростылев

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, Никитский спуск, 52  
E-mail: andkor92@mail.ru

Представлены результаты изучения ранних этапов онтогенеза *Aerva lanata* (L.) Juss. в условиях интродукции на Южный берег Крыма. Выявлены морфобиологические признаки семян, морфологические особенности плодов, семян и проростков. Плод *A. lanata* представляет собой густоопушенную односемянную коробочку округлой формы от зеленоватого до кремового цвета. Морфометрические параметры семян имеют очень низкий уровень изменчивости (от 5 до 10%). В среднем их длина составляет 0,72 мм, ширина – 0,55 мм, а толщина – 0,40 мм. В результате исследований установлена разнокачественность семян. Незрелые семена от рыжего до темно-коричневого цвета расположены преимущественно в верхней и средней части соцветия. Зародыш краевой молочного цвета, полукольцом охватывающий обильный перисперм, в среднем 1,55 мм в длину и 0,16 мм в ширину. Проростки мелкие лопастевидные, черешковые светло-зеленые 2 мм длины и 1 мм в ширину. Гипокотиль белый 0,4 мм длиной. По способу распространения диаспор *A. lanata* относится к растениям-барохорам. Коэффициент семенификации составил 36,2%.

**Ключевые слова:** *Aerva lanata* (L.) Juss.; всхожесть; плод; семя; проросток; Южный берег Крыма

### Введение

Успешность интродукции инорайонных видов в новые условия основывается на изучении закономерностей морфобиологической изменчивости растений, которая позволяет установить как специфику акклиматизации их к этим условиям, так и составить представление о широте их адаптивного потенциала [4].

Никитский ботанический сад (НБС) расположен на Южном берегу Крыма (ЮБК) в зоне сухого субтропического климата средиземноморского типа [15]. Благодаря такому расположению в НБС с момента его основания привлекали для интродукционного испытания многие технические, ароматические и лекарственные растения, в частности субтропического и тропического происхождения. В таких условиях многие виды могут произрастать и иметь хозяйственное значение.

*Aerva lanata* (L.) Juss. – ценное лекарственное растение семейства Amaranthaceae [19]. Этот вид известен как эрва шерстистая, или пол-пала. Это многолетнее травянистое растение, ареалом которого является тропический климат. Произрастает в Индии, Саудовской Аравии, Южной Африке, на острове Шри-Ланка. Как ценное лекарственное растение эрва шерстистая включена в фармакопею Российской Федерации. Используется как противовоспалительное и диуретическое средство при нарушениях функции почек, отличается противоастматическим, антигельминтным, гепатопротекторным, противомикробным, противодиарейным и антиоксидантным действиями [18] и относится к ценным калийсберегающим диуретикам благодаря присутствию в сырье значительного количества нитрата калия. Кроме того, трава пол-полы содержит флавоноиды, гликозиды, алкалоиды, фенольные кислоты, ферулоиламиды. Сырьем, главным образом, является надземная масса,

однако, согласно требованиям ФС 42-3635-98, допускается наличие корней в количестве 10% [17].

Имеются данные об интродукции в 1977 г. *A. lanata* в зону влажных субтропиков. Положительный опыт возделывания *A. lanata* имеется в Самарской области и Краснодарском крае [11].

В условиях ЮБК в открытом грунте эрва шерстистая развивается как однолетнее растение. Стебли сильноветвистые от основания, прямостоячие, реже стелющиеся, ребристо-бороздчатые, зеленые. Листья очередные, короткочерешковые, эллиптические или почти округлые, цельнокрайние, опушенные. На протяжении всего вегетационного периода растения развиваются хорошо, высота их может достигать 70-90 см [7].

В естественных условиях размножение *A. lanata* осуществляется посредством семян. Но по морфологическим признакам плоды и семена растений даже одного вида *A. lanata* могут значительно различаться. При характеристике плодов и семян такая разнокачественность позволяет говорить об их средних или типичных признаках. Чаще всего она вызывается различными причинами. Ряд авторов указывают на то, что одной из наиболее четко выраженных является генетическая разнокачественность, обусловленная расположением генеративных побегов на материнском растении [6, 10, 14]. Но существует и экологическая разнокачественность, которая является результатом формирования семян в изменяющихся условиях внешней среды. Все эти формы разнокачественности взаимосвязаны.

Вопросы изучения морфологии плодов и семян, биологии их формирования и прорастания в интродукционном исследовании являются особо важными для культур, развивающихся в условиях открытого грунта по однолетнему типу. Среди иных показателей репродуктивного успеха семенная продуктивность свидетельствует об адаптации вида к конкретным условиям возделывания. В связи с этим в нашей работе именно семенам уделяем большое внимание.

Цель настоящей работы – изучение морфологических признаков плодов, семян и проростков *Aerva lanata*.

### Объекты и методы исследования

Работа выполнена в НБС в 2020 г. Объектом служили плоды, семена и проростки *Aerva lanata*. Предметом исследования являлось морфологическое описание объектов.

Климат ЮБК, где расположена коллекция ароматических и лекарственных растений, сухой субтропический средиземноморского типа. Осадки преобладают осенью и зимой, а лето, в основном, засушливое. Весь год делится на два периода: теплый и холодный. Теплый период, как правило, начинается в апреле. В это время среднемесячная температура воздуха составляет порядка 10°C. Холодный период начинается с ноября (среднемесячная температура 8,7°C). Среднегодовая температура воздуха в этом районе достигает 12,4°C при среднем годовом количестве осадков 589 мм. Абсолютный минимум температуры воздуха составляет -13...-15°C, абсолютный максимум – +39°C. Безморозный период длится 251 день [15].

В сравнении со среднемноголетними показателями 2020 год являлся засушливым. Сумма осадков составила 360,8 мм (или 61% от нормы). Средняя температура воздуха (по среднесуточным данным) за год составила 14,5°C.

Растения выращивались в экспериментальных парниках, наполненных почвосмесью, которая в равных долях состояла из чернозема, песка и торфа. Недостаточность осадков в теплую часть года вызывает необходимость орошения культур.

Исследования проводились согласно общепринятым методикам. Массу 1000 семян определяли путем взвешивания выборки из 100 шт. на аналитических весах AND HR-250A (252 г/0,1 мг) в 4-х кратной повторности [5]. Изучение качества семян проводили по методике М.К. Фирсовой [16]. Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при температуре 20-30°C в четырехкратной повторности по 100 семян в каждой.

Морфологическое описание семян проводилось с использованием Атласа по описательной морфологии высших растений [1, 2]. При изучении морфологии семени определяли их линейные размеры: длину, ширину, толщину. Для этого семена измеряли под бинокляром в 30-кратной повторности.

Анализ семян проводили на оборудовании Центра коллективного пользования НБС. Изображения были получены на стереоскопическом тринокулярном микроскопе Nikon SMZ745T, оснащенный цифровой окулярной камерой высокого разрешения серии Tour-Sam. Обработка и анализ изображений проведен в программе TourView.

Семенную продуктивность (СП), как один из важнейших показателей плодообразования, определяли по методу И.В. Вайнагий [3]. Для этого вели подсчет числа соцветий, числа цветков в соцветии и числа семязачатков в завязи. Потенциальную семенную продуктивность (ПСП) определяли путем подсчета семяпочек в соцветиях растения. Реальная семенная продуктивность (РСП) определялась числом вызревших семян. Коэффициент семенификации (КСП) определяется как отношение РСП к ПСП, выраженное в процентах.

Плодоношение и диссеминация данного вида характеризуется длительностью, а в условиях культуры – начиная с фазы массового цветения до физиологической гибели, связанной с наступлением неблагоприятных условий. Установить семенную продуктивность на особь достаточно трудно как в природе, так и в культуре. В этой связи семенная продуктивность рассчитывалась на генеративный побег. Исследования проводились в фазу массового цветения и плодоношения. Материалом для оценки являлись генеративные побеги, анализируемые с 10 особей. Полученные данные пересчитывали на одно растение [13].

Результаты исследований анализировались методом математической статистики в программе Microsoft Excel согласно общепринятой методике [9]. Количественные показатели представлены в виде  $X \pm m$ , где  $X$  – среднее арифметическое,  $m$  – стандартная ошибка среднего. Кроме того, для каждого признака определены минимальное (min) и максимальное (max) значения, а также рассчитан коэффициент вариации ( $V$ , %).

Оценка вариабельности признаков проводилась с использованием эмпирической шкалы С.А. Мамаева [12]. При этом уровень изменчивости считается очень низким при  $V < 8\%$ , низким – при  $V = 8-12\%$ , средним –  $V = 13-20\%$ , высоким – при  $V = 21-40\%$  и очень высоким – при  $V > 40\%$ .

### Результаты и обсуждение

Цветки *Aerva lanata* собраны в плотные колосковидные соцветия (рис. 1). В среднем они достигают 1,11 см в длину и 0,25 см в ширину. Коэффициент вариации длины и ширины соцветий высокий (33,75% и 20,34% соответственно) (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические показатели генеративных органов *Aerva lanata* (L.) Juss. (2020 г.)

Статические характеристики	Длина соцветия, см	Диаметр соцветия, см	Число цветков в соцветии, шт.	Число соцветий на побеге, шт.
$X \pm m$	1,11 $\pm$ 0,14	0,25 $\pm$ 0,02	60,67 $\pm$ 7,02	70,66 $\pm$ 12,92

min-max	0,5-2,0	0,2-0,3	30,0-105,0	16,0-133,0
V, %	33,75	20,34	30,97	48,97



Рис. 1 Внешний вид соцветия, плода и семени *Aerva lanata* (L.) Juss.

Мелкий и невзрачный цветок при основании имеет кроющий листок и два прицветника. Околоцветник с беловато-зеленоватыми листочками, простой, сухой, пленчатый. Цветок несет пять тычинок, при основании сросшихся в пленчатую трубочку с линейными придатками, окружающую завязь. Пыльники двугнездные. Пестик характеризуется верхней завязью, длинным столбиком и двулопастным рыльцем. Число цветков в соцветии в среднем составляет 60,67 шт. При подсчете числа соцветий на побеге наблюдается очень высокий уровень изменчивости признака – 48,97%.

При изучении биологии цветения установлено, что распускание цветков в соцветиях *A. lanata* происходит в акропетальном порядке. Эрва шерстистая



характеризуется непрерывной репродукцией с длительной диссеминацией. Созревание семян происходит неравномерно, начиная с нижней части колоска к верхней, по аналогии цветения. Темпы созревания зависят от метеорологических условий вегетационного периода.

Плод *A. lanata* представляет собой густоопушенную односемянную коробочку округлой формы от зеленоватого до кремового цвета (рис. 1). Зрелые плоды *A. lanata* имеют светло-коричневый цвет и удлинённый носик, на конце которого иногда остается двулопастное рыльце. Открытие плода у *A. lanata* происходит путем растрескивания околоплодника, при этом семена свободно высыпаются из него и разносятся ветром или опадают под материнское растение.

Семена *A. lanata* представляют собой мелкие, твердые, блестящие орешки бобовидной формы. В среднем их длина составляет 0,72 мм, ширина – 0,55 мм, а толщина – 0,40 мм (табл. 2).

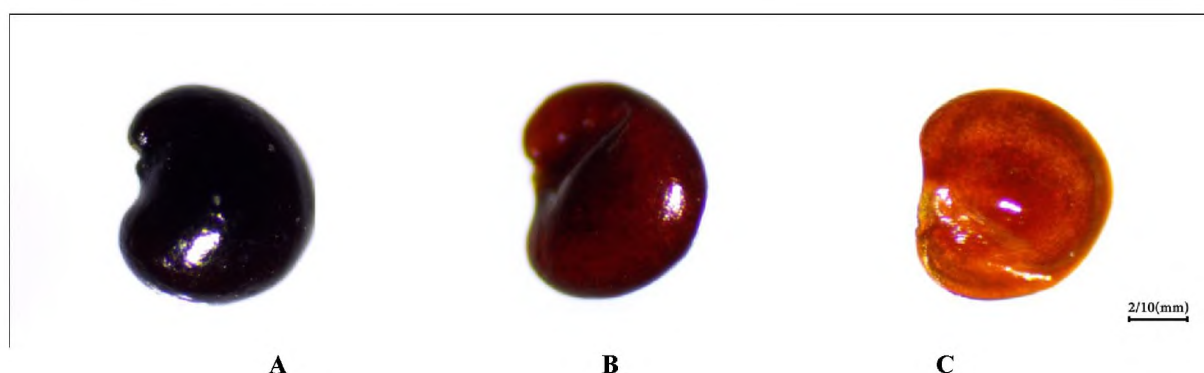
Таблица 2

Морфологическая характеристика семян *Aerva lanata* (L.) Juss. (2020 г.)

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

Анализируя таблицу 2, можно отметить очень низкий уровень изменчивости морфометрических параметров семян, что может свидетельствовать о высокой выполненности последних.

Цвет полноценных, выполненных, зрелых семян черный, однако в зависимости от расположения их в соцветии могут встречаться и семена от рыжего до темно-коричневого цвета (рис. 2).



**Рис. 2 Внешний вид семян *Aerva lanata* (L.) Juss. в зависимости от расположения в соцветии: основание (А), середина (В), верхушка (С)**

Меньшая масса и низкая всхожесть светлых семян указывают на разнокачественность семян. Это связано с тем, что *A. lanata* имеет длительный период цветения и неравномерное созревание семян.

Семена покрыты плотной черной кожурой, внутренний слой которой обычно плотно прилегает к наружному. Семенной рубчик эллипсоидный. Масса 1000 штук семян составила  $0,097 \pm 0,006$  г.

На продольном срезе семени видно хорошо развитый зародыш 1,55 мм в длину и 0,16 мм в ширину, полукольцом охватывающий обильный перисперм. У зародыша отчетливо различимы два семядольных листочка, гипокотиль и корешок (рис. 3).

Поперечный срез демонстрирует перисперм в центральной части, к которому с верхней стороны прилегают семядоли, а с нижней – корешок. Большую часть объема семени (1/2 объема) занимает белый крахмалистый перисперм.

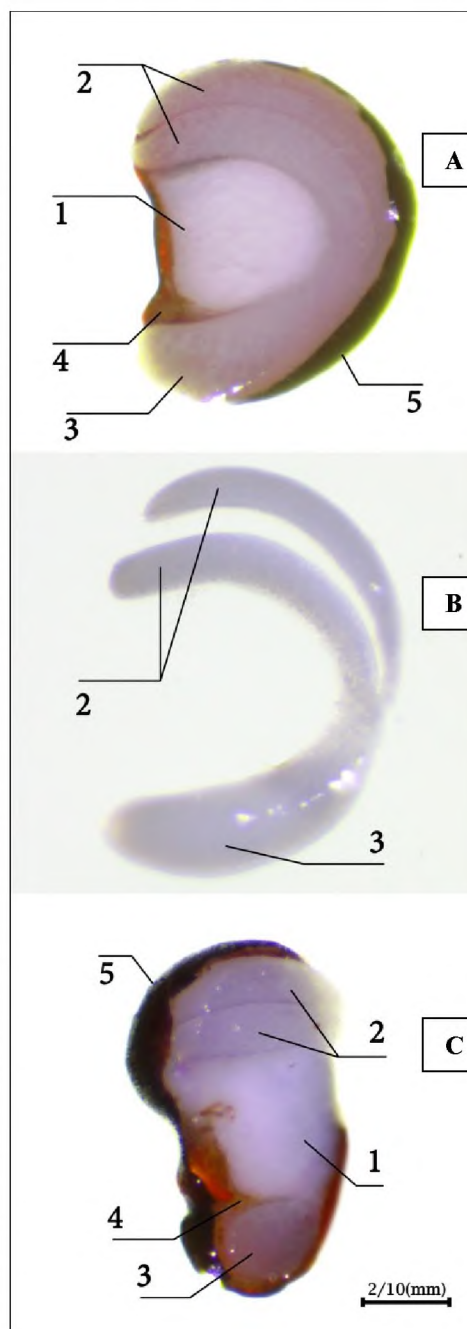
Зародыш представляет собой удлиненное тельце молочного цвета, длина которого более чем в 2 раза больше длины семени. Зачаток зародышевого корешка обращен кончиком к микропиле. В верхней части он переходит в прямой гипокотиль и оканчивается меристематическим апексом побега.

Кроме того, можно заметить эндосперм. Известно, что у представителей семейства *Amaranthaceae* эндосперм остается не только в виде единственного слоя клеток в районе прикрепления зародыша к семенной оболочке, но и на верхушках семядолей и корешке [20], что наглядно демонстрирует рисунок 3.

Установлено, что на начальном этапе формирования проростки состоят из семядолей, гипокотиле и корешка.

Принято считать, что в онтогенезе растений период от формирования семени на материнской особи до появления первых настоящих листьев обладает наивысшей пластичностью и восприимчивостью к изменениям в среде обитания [8]. Так, семена пол-палы при переменных температурах (20-30°C) начинают прорастать уже на шестой день. А их лабораторная всхожесть составляет  $59,0 \pm 4,3\%$ .

Семена *A. lanata* характеризуется надземным типом прорастания. В онтогенетическом развитии прорастание семян и развитие проростков эрвы шерстистой идет по пути, при котором основная дифференциация проростка происходит вне



**Рис. 3 Вид продольного (А) и поперечного (С) срезов семени, зародыша (В) *Aerva lanata* (L.) Juss.:**

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



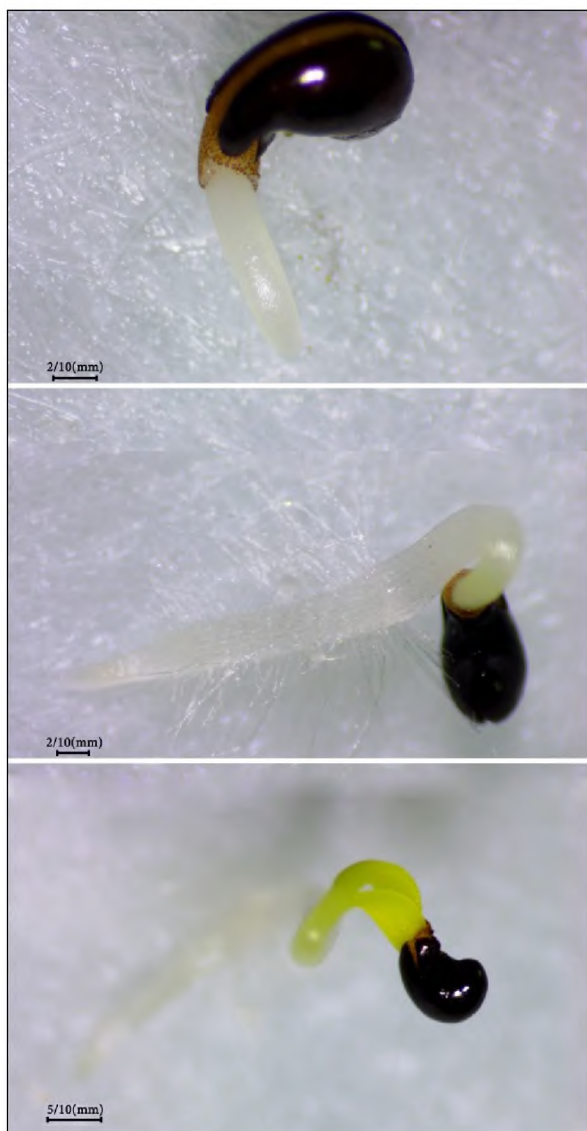


Рис. 4 Этапы прорастания *Aerva lanata* (L.) Juss.

семени. После появления зародышевого корешка и его укоренения на поверхность почвы выходит две ассимилирующие семядоли, заключенные в семенную кожуру или без нее. Постепенно дугообразно согнутый hypocotyl принимает вертикальное положение с горизонтально расположенными семядолями (рис. 4).

Проростки мелкие лопастевидные, черешковые светло зеленые 2,0 мм в длину и 1,0 мм в ширину. Hypocotyl белый 0,4 мм длиной. Корневая система стержневая 1 см длиной.

В условиях открытого грунта посев семян, проведенный во второй декаде мая поверхностно с прикатыванием, обеспечивает в среднем через 14 дней (в зависимости от погодных условий конкретного года от 10 до 22 дней) появление всходов. При попадании в благоприятные условия семена интенсивно вбирают в себя влагу, набухают, зародыш увеличивается в размерах, оболочка семени лопается. Сначала появляется корешок, а потом округлые семядольные листочки.

Ювенильная стадия начинается с появления первой пары настоящих листьев. Первый настоящий лист простой, ланцетный длиной 0,8 см, шириной 0,2 см. Листья супротивные. Корень проникает в почву на 1,8-2,0 см.

*A. lanata* относится к видам, продуцирующим значительное количество

семян. В конце августа на коллекционном участке отмечен массовый самосев. Установлено, что по способу распространения диаспор *A. lanata* относится к растениям-барохорам. В сентябре наблюдаются всходы самосева, что указывает на отсутствие периода покоя сформировавшихся семян текущего года.

Поскольку цветение и созревание семян у эрвы шерстистой растянуты и соцветие может иметь одновременно недозревшие и осыпавшиеся семена, то при подсчете учитывали число неразвитых семяпочек, зрелых и осыпавшихся семян. Установлено, что величина коэффициента семенной продуктивности составила 36,2% (табл. 3).

Таблица 3

Семенная продуктивность генеративного побега *Aerva lanata* (L.) Juss. (2020 г.)

Показатель	Значение
Число семяпочек на побеге (ПСП), шт.	4287,0±784,0
Число семян на побеге (РСП), шт.	1555,6±289,3

Коэффициент семенификации (КСП), %	36,2
------------------------------------	------

Реальная семенная продуктивность побега варьирует в пределах 1266,3-1844,9 шт. семян, что в 2,75 раза ниже потенциальной, что характерно для интродуцентов тропической флоры.

### Выводы

Установлено, что плод *A. lanata* представляет собой густоопушенную односемянную коробочку округлой формы от зеленоватого до кремового цвета. Зрелые плоды имеют светло-коричневый цвет и удлинённый носик, на конце которого иногда остается двулопастное рыльце.

Семена *A. lanata* характеризуются очень низким уровнем изменчивости (от 5 до 10%) морфометрических параметров. В среднем их длина составляет 0,72 мм, ширина – 0,55 мм, а толщина – 0,4 мм.

Зародыш краевой молочного цвета в среднем 1,55 мм в длину и 0,16 мм в ширину полукольцом охватывает обильный перисперм. У зародыша отчетливо различимы два семядольных листочка, гипокотиль и корешок.

Проростки мелкие лопастевидные, черешковые светло зеленые 2 мм длины и 1 мм ширины. Гипокотиль белый 0,4 мм длины. Корневая система стержневая, длина корня составляет 1 см.

По способу распространения диаспор *A. lanata* относится к растениям-барохорам. Коэффициент семенификации составил 36,2%.

### Список литературы

1. Артюшенко З.М., Федоров Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. – Л., 1986. – 392 с.
2. Артюшенко З.М., Федоров Ал. А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. – Л., 1989. – 360 с.
3. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журн. – 1974. – Т. 59 – № 6. – С. 826-831
4. Васфилова Е.С., Сушенцов О.Е., Зайнуллина К.С., Портнягина Н.В. и Фомина М.Г. Влияние биологических особенностей видов лекарственных растений на результаты интродукции // Вестник Пермского университета. – Серия: Биология, 2014. – № 2 – С. 4-9.
5. ГОСТ Р 34221-2017. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 24 с.
6. Еременко Л.Л. Семенная продуктивность в связи с морфогенезом // Биологические основы семеноведения и семеноводства интродуцентов. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 18-20.
7. Коростылев А.А., Логвиненко Л.А., Шевчук О.М. К вопросу о перспективах культивирования эрвы шерстистой в Крыму и на юге России // Роль метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства. Сборник трудов II международной научной конференции (Москва, 06-07 июня 2019 г.). – Москва, 2019. – С. 294-300.
8. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М.: Высш. шк., 1968. – 224 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
10. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. – М.: Наука, 1981. – 95 с.



11. Логвиненко И.Е., Исигов В.П., Логвиненко Л.А. Лекарственные растения Никитского ботанического сада. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2017. – 72 с.
12. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. – Вып. 94. – С. 3-14.
13. Методические рекомендации по семеноводству интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 64 с.
14. Николаева М.Г. Способность к прорастанию и покой семян в зависимости от степени зрелости // Проблемы развития семеноведения и семеноводства интродуцентов. – М., 1984. – С. 31-38.
15. Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015. – 164 с.
16. Фурсова М.К. Семенной контроль. – М.: Колос, 1969. – 295 с.
17. ФС.2.5.0054.15 Эрвы шерстистой трава // Государственная фармакопея Российской Федерации XIII. – Москва, 2015. – Т. 3. – С. 766-774.
18. Adepu A., Narala S., Ganji A., Chilvalvar S. A Review on natural plant: *Aerva lanata* // Int J Pharma Sci. – 2013. – V. 3 – P. 398-402.
19. The Plant List. – [Электронный ресурс] – <http://www.theplantlist.org>
20. Townsend C.C. *Amaranthaceae* // Flowering Plants • Dicotyledons. The Families and Genera of Vascular Plants. – Springer, Berlin, Heidelberg, 1993. – Vol. 2. – P. 70-91 DOI: 10.1007/978-3-662-02899-5\_7

*Статья поступила в редакцию 01.09.2021*

**Korostylev A.A. Morphological features of fruits, seeds and seedlings of *Aerva lanata* (L.) Juss. in the conditions of introduction to the Southern coast of the Crimea** // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2021. – № 140. – P. 111-119

The results of the study of the early stages of the ontogenesis of *Aerva lanata* (L.) Juss. in the conditions of introduction to the Southern coast of the Crimea are presented. Morphobiological signs of seeds, morphological features of fruits, seeds and seedlings were revealed. The fruit of *A. lanata* is a densely pubescent single-seeded box of a rounded shape from greenish to cream color. The morphometric parameters of the seeds have a very low level of variability (from 5 to 10%). On average, their length is 0.72 mm, width – 0.55 mm, and thickness – 0.40 mm. As a result of the research, the seeds were found to be of different quality. Immature seeds from red to dark brown are located mainly in the upper and middle part of the inflorescence. The marginal embryo is milky in color, covering the abundant perisperm in a semicircle, on average 1.55 mm in length and 0.16 mm in width. The seedlings are small lobe-shaped, petiolate light green 2 mm long and 1 mm wide. The hypocotyl is white 0.4 mm long. According to the method of distribution of diaspores, *A. lanata* refers to barochora plants. The coefficient of semenification was 36.2%.

**Key words:** *Aerva lanata* (L.) Juss.; germination; fruit; seed; seedling; Southern coast of the Crimea