

Особенности морфологии шишкочягод и семян древовидных можжевельников Крыма

Features of the morphology of the berry cones of the Crimean tree junipers

Коренькова О. О.

Korenkova O. O.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

E-mail: o.o.korenkova@mail.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russia

Реферат. На территории Крыма распространены природные популяции 5 видов можжевельников: *Juniperus communis* L., *Juniperus deltoides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb., *Juniperus foetidissima* Willd., *Juniperus sabina* L. Все они включены в Красную книгу Республики Крым. Изучение генеративной сферы редких и исчезающих видов лежит в основе разработки мероприятий по поддержанию и сохранению их популяций. Целью проведенных исследований явилось определение морфологических особенностей шишкочягод и семян древовидных можжевельников Крыма. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: выявить степень гетерогенности шишкочягод и семян исследуемых видов; описать особенности строения женских генеративных органов, влияющих на интенсивность возобновления можжевельников Крыма. Крымские виды можжевельников достаточно сильно разнятся в уровне развития генеративной сферы. При рассмотрении морфологических особенностей их шишкочягод установлено, что наибольшей гетерогенностью отличается *J. deltoides*. Особый интерес представляет изучение особенностей развития шишкочягод и семян наименее распространенного можжевельника в Горном Крыму – *J. foetidissima*. Если семена *J. deltoides* и *J. excelsa* имели достаточно тонкую семенную кожуру (до 0,61 мм), легко поддающуюся скарификации, то толщина семенной кожуры *J. foetidissima* может достигать 2,8 мм, что в свою очередь, в некоторых случаях, составляет больше трети ширины самого семени.

Ключевые слова. Древовидные можжевельники, Крым, *Juniperus deltoides*, *Juniperus excelsa*, *Juniperus foetidissima*.

Summary. Natural populations of 5 juniper species are widespread in Crimea: *Juniperus communis* L., *Juniperus deltoides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb., *Juniperus foetidissima* Willd., *Juniperus sabina* L. All of them are included in the Red Book of the Republic of Crimea. The study of the generative sphere of rare and endangered species underlies the development of measures to maintain and preserve their populations. The aim of the studies was to determine the morphological features of the berries and seeds of tree junipers of Crimea. Based on the purpose of the work, the following tasks were set: to identify the degree of heterogeneity of the berries and seeds of the studied species; to describe the structural features of female generative ones that affect the intensity of renewal of Crimean junipers. Crimean juniper species vary quite significantly in the level of development of the generative sphere. When examining the morphological features of their berries, it was found that *J. deltoides* is the most heterogeneous. Of particular interest is the study of the developmental features of the berries and seeds of the least common juniper in the Mountainous Crimea – *J. foetidissima*. If the seeds of *J. deltoides* and *J. excelsa* had a fairly thin seed coat (up to 0.61 mm), easily amenable to scarification, then the thickness of the seed coat of *J. foetidissima* can reach 2.8 mm, which in turn, in some cases, is more than a third of the width of the seed itself.

Key words. Crimea, *Juniperus deltoides*, *Juniperus excelsa*, *Juniperus foetidissima*, tree-like junipers.

Введение. Процессы плодоношения наиболее сложно протекают у реликтовых видов, которые зародились в условиях, отличных от современных. Кроме того, особого внимания требуют виды, численность популяций которых в последнее время сокращается, в результате чего возникает угроза их исчезновения. Изучение генеративной сферы редких и исчезающих видов лежит в основе разработки мероприятий по поддержанию и сохранению их популяций. Именно развитие генеративной сферы в значительной степени определяет устойчивость популяций растений. Высокая наследственная обусловленность является характерной для этого типа органов растений, что позволяет установить осо-

бенности популяционного развития вида и выявить его адаптивные механизмы (Fedorova, et al., 2019; Takeuchi, Diway, 2021; Шодиева и др., 2020; Лантушенко и др., 2023; Коренькова, 2023).

На территории Крыма распространены природные популяции 5 видов можжевельников: *Juniperus communis* L., *Juniperus deltoides* R. P. Adams, *Juniperus excelsa* M.-Bieb., *Juniperus foetidissima* Willd., *Juniperus sabina* L. Все они включены в Красную книгу Республики Крым. Кроме того, можжевельники дельтовидный и высокий включены в Красную книгу города Севастополя (Фатерыга, 2015; Епихин, Бондарева, 2018). К группе древовидных можжевельников относят *J. deltoides*, *J. excelsa* и *J. foetidissima*.

Целью проведенных исследований явилось определение морфологических особенностей шишкочкогод и семян древовидных можжевельников Крыма. Исходя из цели работы, были поставлены следующие задачи: выявить степень гетерогенности шишкочкогод и семян исследуемых видов; описать особенности строения женских генеративных органов, влияющих на интенсивность возобновления можжевельников Крыма.

Материал и методика. Для определения особенностей морфологического строения шишкочкогод и семян было заложено по общепринятой методике 37 пробных площадей (ПП) размером по 0,2 га (Сергеев, 1953). Закладывали пробные площади в природных популяциях на высоте от 40 до 1100 м над ур. м., в различных эдафо-орографических условиях. На пробных площадях выделяли по 10 модельных деревьев. Для каждого дерева определяли параметры 30 шишкочкогод генерации текущего года и находящихся в них семян. Взрезывание шишкочкогод и семян проводили ручным методом (Николаева и др., 2012).

Результаты. Крымские виды можжевельников достаточно сильно разнятся в уровне развития генеративной сферы. При рассмотрении морфологических особенностей их шишкочкогод установлено, что наибольшей гетерогенностью отличается *J. deltoides*. Шишкочкогоды *J. deltoides* в Крыму имеют значительное количество морфологических вариантов (рис. 1а). При этом, окраска у всех практически одинаковая от буро-красной до бурой с сизым налетом, который проявляется в различной степени, вне зависимости от формы шишкочкогод. Локализуется налет на верхней части шишкочкогоды на концах

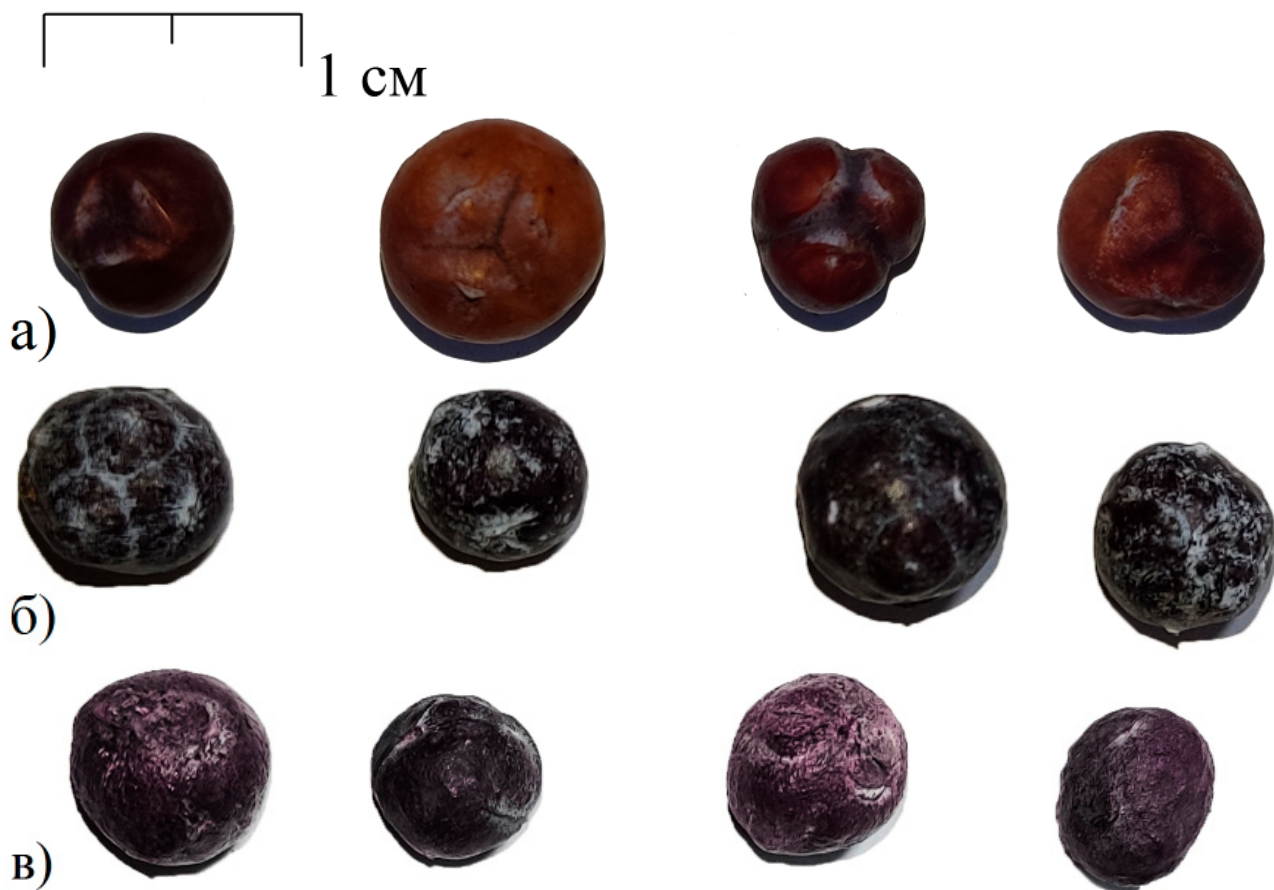


Рис. 1. Шишкочкогоды древовидных можжевельников Крыма (а – *J. deltoides*; б – *J. excelsa*; в – *J. foetidissima*).

кроющих чешуй или занимает все пространство между ними. Интенсивность налета так же проявляется в различной степени – от едва заметного до насыщенно-сизого. У некоторых особей налет и вовсе отсутствует. При этом, проявленность налета не зависит от биометрических параметров шишкочагод или от степени выполненности семян. При созревании шишкочагод интенсивность налета меняется незначительно, в сторону снижения ее насыщенности.

Еще одним признаком морфологической неоднородности шишкочагод *J. deltooides* выступает степень срастания чешуй. Отмечены особи, чешуи которых визуальнo не отличимы и их верхушки полностью срастаются, в результате чего чешуи образуют шишкочагод шаровидной формы. Второй тип шишкочагод – практически треугольные из-за четко прослеживающихся трех чешуй. При этом, необходимо отметить, что подавляющее большинство шишкочагод (68 %) – это промежуточные варианты, у которых основания чешуй срастаются, а их верхушки в различной степени отходят друг от друга.

Другие исследуемые виды не отличаются таким количеством морфологических вариантов мегастробил. Так, шишкочагоды *J. excelsa* практически всегда имеют шаровидную форму, их окраска темная – фиолетово-черная с сизым налетом (рис. 1б). В отличие от *J. deltooides*, сизый налет на шишкочагодах *J. excelsa* распределен равномерно, не только между чешуями, но и на них самих. По мере созревания шишкочагод, налет становится менее выражен. Всего чешуй у *J. excelsa* 6 шт., срастаются они полностью, в некоторых случаях становятся визуальнo неотличимы. На второй-третий год после опадания шишкочагоды тускнеют, приобретают сероватый оттенок, налет исчезает, мякоть высыхает и начинает крошиться. Распространяются шишкочагоды птицами.

Шишкочагоды *J. foetidissima* внешне практически неотличимы, от шишкочагод *J. excelsa* (рис. 1в), образованы шестью плотно сросшимися чешуями и покрыты так же сизым налетом. Определить принадлежность шишкочагод к одному или другому виду можно только в результате подсчета семян, находящихся в них. Оба вида относятся к группе многосемянных цельнохвойных можжевельников восточного и западного полушария, при этом, шишкочагоды *J. excelsa* содержат 4–8 семян, а шишкочагоды *J. foetidissima* – от 1 до 3 шт.

Из литературных данных известно, что шишкочагоды *J. deltooides* содержат 2–3 семени (Rajcevic, et al., 2020; Yousefi, et al., 2021). При этом, в ходе проведенных исследований, удалось установить, что на территории Горного Крыма в шишкочагодах *J. deltooides* образуется от 1 до 4 семян. Подавляющая доля шишкочагод содержит по 3 семени.

Цвет семян от желтовато-соломенного до желтовато-коричневого. Семена продолговатые, при продольном разрезе имеют каплевидную форму (рис. 2а). В поперечном разрезе форма семени зависит от их количества в шишкочагоде, чаще всего округлые (рис. 2б). Семена сложно отделяются от мякоти шишкочагоды. Семенная кожура тонкая в пределах от 0,46 мм до 0,57 мм, легко поддается скарификации. Здоровый эндосперм – молочно-белого цвета, при усыхании желтеет и рассыпается. Мякоть шишкочагоды при созревании меняет окраску с желтовато-зеленой на желтовато-светло-коричневую. Содержит эфиромасличные вместилища небольшого объема, располагающиеся по периферии мякоти и вблизи семян.

Количество семян в шишкочагодах *J. excelsa*, значительно больше, нежели в шишкочагодах *J. deltooides*. В среднем для пробных площадей этот показатель составляет от 4,1 шт. до 6,6 шт. Наименьшее количество семян отмечено на пробной площади № 20. Для этой территории характерны шишкочагоды с минимальными размерами. В ходе исследований установлено, что в шишкочагодах *J. excelsa* в Горном Крыму содержится от 2 шт. до 9 шт. семян, что значительно больше, чем описано в литературных источниках для основной части ареала, где в шишкочагодах образуется по 3–6 семян (Eckenwalder, 2009; Auders, 2013; Николаева и др., 2012; Rajcevic, et al., 2020; Yousefi, et al., 2021). Большая часть шишкочагод содержит по 5–6 семян, на их долю приходится 60 %.

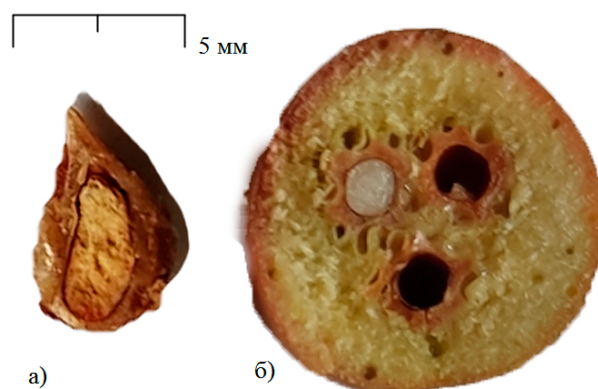


Рис. 2. Строение шишкочагоды и семени *J. deltooides* (а – продольный срез семени; б – поперечный срез шишкочагоды и семян).

Семена *J. excelsa* светло-коричневые, продолговатые каплевидной формы, гладкие (рис. 3а), погружены в эфиромасличные вместилища, в результате чего легко отделяются от мякоти шишкочка, но остаются покрыты маслом. В поперечном срезе имеют неправильную форму, которая зависит от того, какое количество семян содержится в шишкочке (рис. 3б). Семенная кожура тонкая – 0,42–0,61 мм, скарифицируется без приложения усилий. Мякоть зрелых шишкочков густого янтарного цвета с эфиромасличными вместилищами.



Рис. 3. Шишкочка и семена *J. excelsa* в Горном Крыму (а – внешний вид семян, содержащихся в одной шишкочке; б – поперечный срез шишкочков с различным количеством семян).

Особый интерес представляет изучение особенностей развития шишкочков и семян наименее распространенного можжевельника в Горном Крыму – *J. foetidissima*. Установлено, весовое отличие морфологических особенностей семян *J. foetidissima* от двух других видов. Если семена *J. deltoides* и *J. excelsa* имели достаточно тонкую семенную кожуру (до 0,61 мм), легко поддающуюся скарификации, то толщина семенной кожуры *J. foetidissima* может достигать 2,8 мм, что в свою очередь, в некоторых случаях, составляет больше трети ширины самого семени (рис. 4). Минимальная толщина оболочки семени – 1,3 мм, при общей его ширине 4,1 мм, что составляет более 30 %.

Значительная толщина кожуры семян *J. foetidissima* в первую очередь связана, с экологическими условиями мест произрастания данного вида. Известно, что *J. foetidissima* является наиболее морозоустойчивым в сравнении с другими древовидными можжевельниками Крыма. Среди механизмов адаптации растений к значительным понижениям температуры, выделяют утолщение поверхностных слоев различных типов (Горьшина, 1979), что мы и наблюдаем с семенной кожурой *J. foetidissima*. При этом, данная адаптационная особенность вида приводит к крайне низкому уровню семенного возобновления популяции (Зырянова, Алёшина, 2013). При отсутствии скарификации семян, опавшие шишкочки *J. foetidissima*, с течением времени разлагаются. Еще до разрушения оболочки семени наступает гибель зародыша.

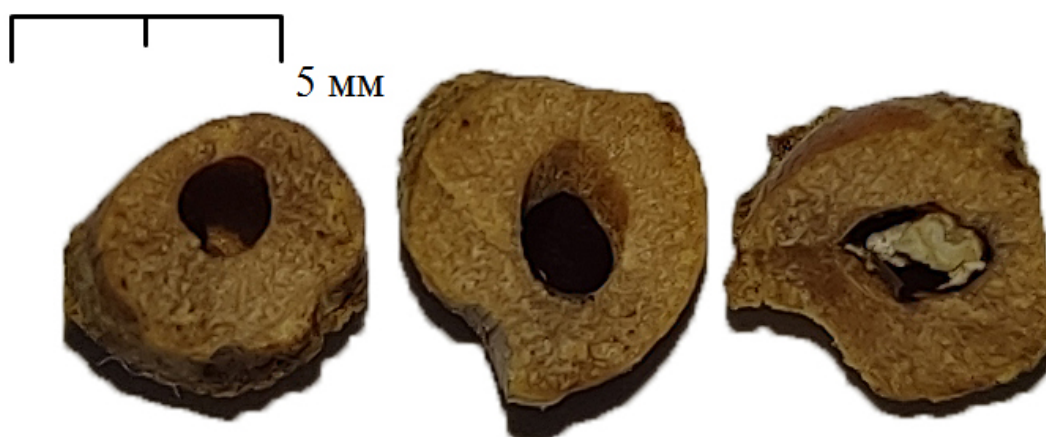


Рис. 4. Поперечный размер семян *J. foetidissima*.

Таким образом, при общей низкой доли выполненных семян *J. foetidissima* и отсутствии внешнего воздействия (скарификации, стратификации) на семена, вид обречен на дальнейшее сокращение площади популяции в силу отсутствия естественного возобновления. На основании чего возникает необходимость в немедленной разработке мероприятий по поддержанию и восстановлению популяции редкого вида в Горном Крыму.

ЛИТЕРАТУРА

- Горьшина Т. К.** Экология растений: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. – 368 с.
- Епихин Д. В., Бондарева Л. В.** Можжевельник дельтовидный // Красная книга города Севастополя. – Калининград–Севастополь: ИД «РОСТ–ДООФК», 2018. – С. 29.
- Зырянова Ю. В., Алёшина Е. Н.** Изучение стадий развития зародыша можжевельника сибирского и их влияние на прорастание семян // Вестник КрасГАУ, 2013. – № 3. – С. 37–40.
- Коренькова О. О.** Биоморфологические особенности формирования шишкочагод и семян *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Горном Крыму // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада, 2023. – № 149. – С. 128–138. <https://doi.org/10.25684/0513-1634-2023-149-128-138>
- Лантушенко А. О., Коренькова О. О., Сыровец А. А., Мегер Я. В., Кореньков П. А., Шевчук О. М.** Морфологические и филогенетические особенности крымской популяции *Juniperus deltoides* R.P. Adams // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2023. – Т. 27, № 4. – С. 306–315. <https://doi.org/10.18699/VJGB-23-37>
- Николаева А. В., Калафат Л. А., Егорова А. В.** Морфометрическая изменчивость шишкочагод и семенная продуктивность *Juniperus oxycedrus* L. в Крыму // Промышленная ботаника, 2012. – № 12. – С. 37–42.
- Сергеев П. Н.** Лесная таксация. – М.: Гослесбумиздат, 1953. – 311 с.
- Фатерыга В. В.** Можжевельник высокий // Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – С. 64.
- Шодиева О. М., Мамарахимов Б. И., Халикова М. Б.** Влияние инбридинга на генетическую однородность популяции хлопчатника // Научное обозрение. Биологические науки, 2020. – № 2. – С. 25–29. <https://doi.org/10.17513/srbs.1187>
- Auders A. G.** Encyclopedia of Conifers: A Comprehensive Guide to Cultivars and Species. – Published by Kingsblue Publishing Limited, 2013. – 1507 p.
- Eckenwalder J. E.** Conifers of the World: The Complete Reference. – Timber Press, 2009. – 744 p.
- Fedorova M. I., Kozar E. G., Vetrova S. A., Zayachkovskiy V. A., Stepanov V. A.** Factors to affect inbred beet plants while developing material for linear selection // Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2019. – Vol. 23, № 4. – P. 439–447. <https://doi.org/10.18699/VJ19.512>
- Rajcevic N., Dodos T., Novakovic J.** Epicuticular wax variability of *Juniperus deltoides* R. P. Adams from the central Balkan // Ecology and chemophenetics, 2020. – Vol. 89. – P. 104008. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2020.104008>
- Takeuchi Y., Diway B.** Long pollen dispersal prevents biparental inbreeding depression in seeds in a natural population of the tropical tree *Shorea laxa* // Forest Ecology and Management, 2021. – Vol. 489. – P. 119063. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119063>
- Yousefi S., Avand M., Yariyan P.** Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excelsa* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran // Ecological Informatics, 2021. – Vol. 65. – P. 101427. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101427>