

УДК 582.477.6; 581.48; 58.02

https://doi.org/10.36906/2311-4444/23-3/03

Коренькова О.О.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН *JUNIPERUS DELTOIDES* R.P. ADAMS В ГОРНОМ КРЫМУ

О.О. Korenkova

SEED PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY *JUNIPERUS DELTOIDES* R.P. ADAMS IN THE MOUNTAINOUS CRIMEA

Аннотация. *Juniperus deltoides* – это реликтовый средиземноморский вид третичного периода, включен в Красную книгу Республики Крым в статусе – вид сокращающийся в численности. В основе разработки мероприятий по поддержанию и сохранению популяций редких и исчезающих видов лежит изучение их семенной продуктивности. Целью работы является определение уровня семенной продуктивности и качества семян *J. deltoides* в Горном Крыму. Задачи исследования: выявить уровень семенной продуктивности; установить долю полнозернистых семян и оценить степень воздействия абиотических и антропогенных факторов на изучаемые параметры генеративной сферы. Согласно общепринятым в лесоводстве и геоботанике методикам, в пределах древостоев *J. deltoides* заложено 17 пробных площадей. Кроме того, выделяли 3 редины *J. deltoides* с целью определения влияния инбридинга на полнозернистость семян. Посредством однофакторного дисперсионного анализа, выявляли степень влияния абиотических и антропогенных факторов на семенную продуктивность и качество семян. В результате проведенных исследований, установлено, что практически половина (47,53%) всех особей *J. deltoides* характеризуется низкой семенной продуктивностью. 10,18% в период исследований вообще не образовали шишкоягод. Отмечено, что одним из факторов, влияющих на семенную продуктивность *J. deltoides* в Горном Крыму является географическая приуроченность мест произрастания вида. Кроме того, установлено, что крымская популяция *J. deltoides* характеризуется низкой долей полнозернистых семян, которая составляет 1,32–26,92%. Наибольшее влияние на выполненность семян *J. deltoides* в Горном Крыму оказывает степень антропогенной нагрузки исследуемых территорий.

Ключевые слова: *Juniperus deltoides*; семенная продуктивность; полнозернистость семян; инбридинг; абиотические факторы; антропогенный фактор; Горный Крым.

Сведения об авторе: Коренькова Олеся Олеговна, ORCID 0000-0001-6482-7312, канд. биол. наук, Национальный исследовательский Московский

Abstract. *Juniperus deltoides* is a relic Mediterranean species of the Tertiary period, included in the Red Book of the Republic of Crimea in the status of a species declining in numbers. The development of measures to maintain and preserve populations of rare and endangered species is based on the study of their seed productivity. The aim of the work is to determine the level of seed productivity and seed quality of *J. deltoides* in the Crimean Mountains. Research objectives: to identify the level of seed productivity, establish the proportion of full-grained seeds and assess the degree of impact of abiotic and anthropogenic factors on the studied parameters of the generative sphere. According to the methods generally accepted in forestry and geobotany, 17 trial plots were established within *J. deltoides* forest stands. In addition, 3 *J. deltoides* radishes were isolated to determine the effect of inbreeding on seed fullness. By means of one-way analysis of variance, the degree of influence of abiotic and anthropogenic factors on seed productivity and seed quality was revealed. As a result of the research, it was found that almost half (47.53%) of all individuals of *J. deltoides* are characterized by low seed productivity. 10.18% during the research period did not form cones at all. It is noted that one of the factors affecting the seed productivity of *J. deltoides* in the Crimean Mountains is the geographic confinement of the habitats of the species. In addition, it was found that the Crimean population of *J. deltoides* is characterized by a low proportion of full-grained seeds, which is 1.32–26.92%. The degree of anthropogenic load of the studied territories has the greatest influence on the fulfillment of *J. deltoides* seeds in the Crimean Mountains.

Keywords: *Juniperus deltoides*; seed productivity; full-grained seeds; inbreeding; abiotic factors; anthropogenic factor; the Mountainous Crimea.

About the author: Olesya O. Korenkova, ORCID 0000-0001-6482-7312, Candidate of Biological Sciences, Moscow State University of

государственный строительный университет, г. Civil Engineering (National Research
Москва, Россия, o.o.korenkova@mail.ru University), Moscow, Russia,
o.o.korenkova@mail.ru

Коренькова О.О. Семенная продуктивность и качество семян *Juniperus Deltoides* R.P. Adams в горном Крыму // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2023. № 3(63). С. 35–46. <https://doi.org/10.36906/2311-4444/23-3/03>

Korenkova, O.O. (2023). Seed Productivity and Seed Quality *Juniperus Deltoides* R.P. Adams in the Mountainous Crimea. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*, (3(63)), 35-46. (in Russ.). <https://doi.org/10.36906/2311-4444/23-3/03>

Семенная продуктивность – это один из важнейших показателей жизнеспособности популяции и ее адаптации к условиям места обитания. Известно, что 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 семенной продуктивности редких и исчезающих видов лежит в основе разработки мероприятий по поддержанию и сохранению их популяций [1; 3; 5; 30-32].

Juniperus deltoides R.P. Adams – это реликтовый средиземноморский вид третичного периода. Является одним из доминантов древесно-кустарникового яруса реликтовых высокоможжевеловых редколесий Крыма, произрастающий на северной границе своего ареала [7; 8; 22; 28; 29]. В настоящее время находится в статусе «вид, сокращающийся в численности» и включен в Красные книги Республики Крым и города Севастополя [11; 12].

J. deltoides имеет важное экологическое значение для крымского полуострова, участвуя в облесении крупных и скалистых горных склонов [24]. Среди крымских можжевеловиков, *J. deltoides* занимает второе место по численности популяции. По последним данным площадь его насаждений составляет 4843 га [20; 22]. При этом, в горах Крыма отмечается низкий уровень естественного возобновления вида. Среди причин, приведших к дигрессии популяции, ряд авторов относит интенсивную антропогенную нагрузку и бессистемную вырубку, а также низкий уровень семенной продуктивности [7; 8; 14; 22]. Однако детальных исследований по установлению причин, приведших к низкой семенной продуктивности крымской популяции *J. deltoides*, практически не проводилось. Кроме того, изучение семенной продуктивности и качества семян *J. deltoides* на северной границе его ареала имеет важное научное и практическое значение, так как позволяет определить особенности развития вида за пределами его оптимума произрастания и разработать мероприятия по поддержанию и возобновлению площади его популяций.

Целью проведенных исследований явилось определение уровня семенной продуктивности и качества семян *J. deltoides* в Горном Крыму. Исходя из заявленной цели, были поставлены следующие задачи: выявить уровень семенной продуктивности; установить долю полнозернистых семян и оценить степень воздействия ряда факторов, как

абиотических, так и антропогенных на изучаемые параметры генеративной сферы крымской популяции *J. deltoides*.

Для определения уровня семенной продуктивности и качества семян древостоев *J. deltoides* на территории Горного Крыма было заложено 17 пробных площадей (ПП) размером по 0,2 га (рис. 1). Располагаются пробные площади в высотном диапазоне от 40 до 620 м н.у.м., в различных эдафо-орографических условиях. Кроме того, с целью выявления влияния близкородственного скрещивания на семенную продуктивность и полнозернистость семян, исследовали насаждения *J. deltoides*, полнота которых менее 0,3. Данные насаждения, согласно «Учению о лесе» Г.Ф. Морозова (1949) [18], можно характеризовать как редины (на рис. 1 обозначены синим цветом).

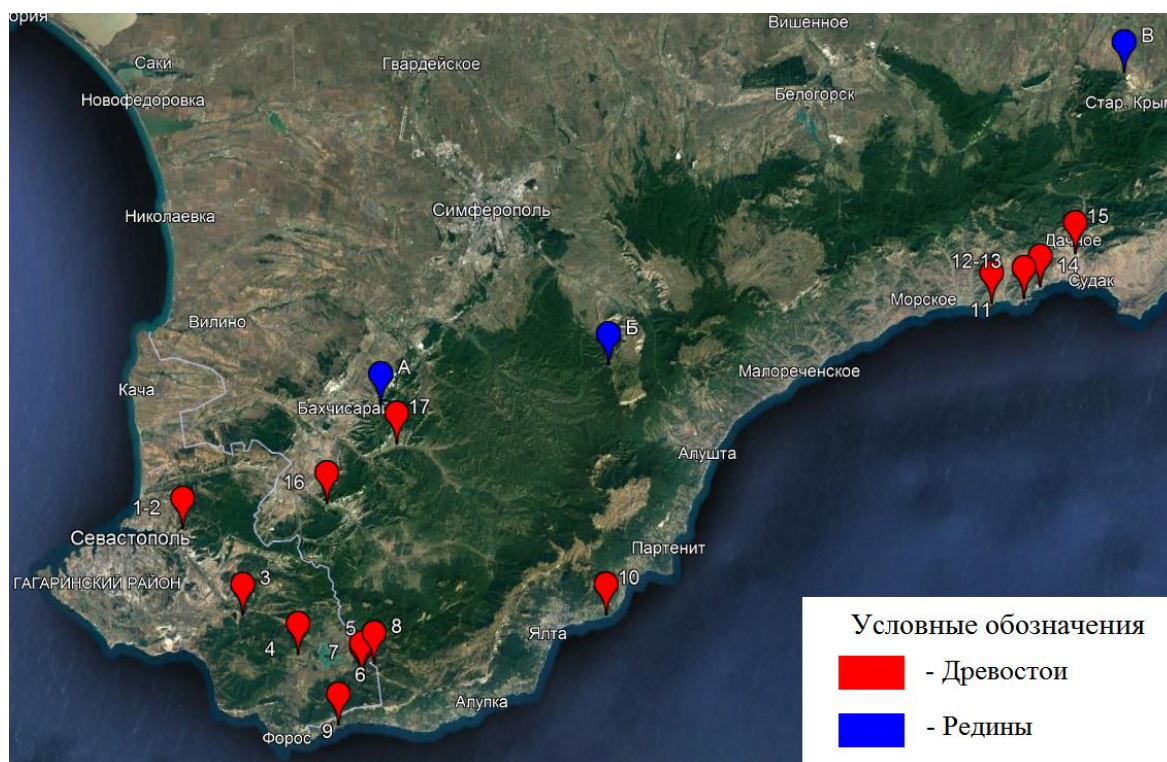


Рис. 1 Схема расположения исследуемых территорий в Горном Крыму
(Древостои: 1-2 – окрестности г. Инкерман; 3 – г. Чирка-Каясы; 4 – г. Самналых; 5 – г. Толака-Баир; 6–8 – г. Кара-Даг; 9 – г. Дракон; 10 – м. Мартьян; 11 – г. Папая-Кая; 12–13 – г. Коба-Кая; 14 – г. Сокол; 15 – г. Каршигерс; 16 – ск. Куллю-Кая; 17 – окрестности с. Кудрино. Редины: А – г. Беш-Кош; Б – г. Чатыр-Даг; В – г. Лысый Агармыш)

На каждой пробной площади, согласно общепринятым в лесоводстве и геоботанике методикам, выделяли по 10 модельных деревьев [17]. Семенную продуктивность определяли глазомерно, путем осмотра особей. Для оценки степени обилия шишкочегод использовали шестибалльную шкалу О.Г. Каппера [6; 10].

Для каждого модельного дерева отбирали по 30 шишкочегод генерации текущего года и оценивали качество находящихся в них семян. Семена извлекали из шишкочегод путем разрезания ее мякоти и дальнейшего их очищения, и подсчета. Полнозернистость семян определяли в результате их взрезывания [15]. Все семена разделяли на три группы: полнозернистые (с зародышем и эндоспермом светло-желтого цвета, плотно прилегающим к

оболочке); пустые (зародыш погибает на ранних этапах развития, эндосперм лизирован); дегенеративные (зародыш погибает на более поздних этапах развития, эндосперм усыхает). Качество семян оценивали по продуктивности полнозернистых семян, которую рассчитывали как их соотношение к общему количеству семян, выражая в процентах [8]. Полученные данные обрабатывали методами математической статистики [13]. Уровень изменчивости признаков оценивали по величине коэффициента вариации согласно классификации С.А. Мамаева (1973) [16].

Для определения степени влияния абиотических факторов на развитие генеративной сферы *J. deltoides* пробные площади были разделены на четыре географические группы: западную, южнобережную, восточную и северную. В западную группу вошли пробные площади №1–8; в южнобережную – №9–10; в восточную – №11–15; в северную – №16–17. По методике П.С. Погребняка (1968 г.) определяли типы условий местопроизрастания [21]. Всего на территории произрастания *J. deltoides* в Горном Крыму выделено 4 типа леса: сухой можжевельновый бор (ПП №3, №16), очень сухая можжевельовая суборь (ПП №6–8 и №12–13), сухая можжевельовая суборь (ПП №4–6 и №11), сухой можжевельовый сугрудок (ПП №1–2, №9–10, №14–15, №17).

В ходе исследований, используя шестибалльную шкалу О.Г. Каппера, анализировали величину урожая семян *J. deltoides* в Горном Крыму. Установлено, что практически половина всех исследованных особей (47,53%) характеризуется низкой семенной продуктивностью (рис. 2). В данную группу были выделены деревья со слабым и очень плохим урожаем, а также особи, не образовавшие шишкочагод. В период наблюдений, на долю последних приходится 10,18%. По данным А.А. Корчагина [10], важным фактором, влияющим на урожай семян, является жизненное состояние особей популяции, и по жизненному состоянию дерева можно судить об интенсивности его репродуктивной способности. Все особи, не образовавшие шишкочагод, характеризовались неудовлетворительным жизненным состоянием. У них отмечалось усыхание кроны, повреждение ветвей и опадание хвои. На участках с высокой антропогенной нагрузкой встречались деревья со следами спила скелетных ветвей.

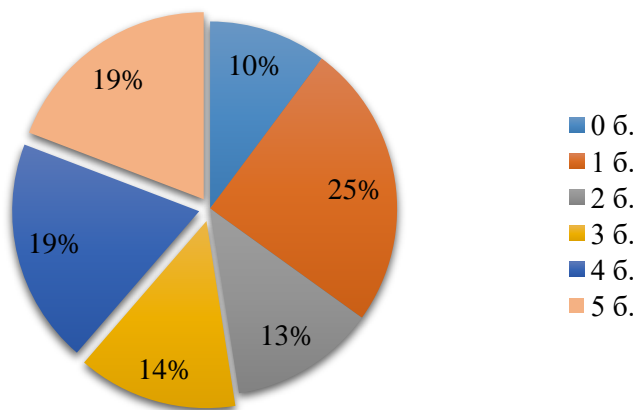


Рис. 2. Соотношение числа деревьев *J. deltoides* в зависимости от величины урожая семян

Почти четверть всех особей крымской популяции *J. deltoides* (24,75%) характеризуется очень плохим урожаем (шишкоягоды в ничтожном количестве). 12,60% составляют особи со слабым урожаем. С целью выявления причин, приведших к значительной доли особей с низким уровнем семенной продуктивности, все исследованные территории разделяли на группы в зависимости от действующих на них абиотических и антропогенных факторов. При определении влияния климатических условий установлено, что в восточной и северной группах доля низкоурожайных особей равна и составляет около 56%. В западной и южнобережной группах отмечается обратная ситуация. Низкая урожайность на данных территориях составляет меньше половины – 39,41% (западная группа) и 48,76% – южнобережная группа. Подобное отличие можно объяснить различием в гидро-термическом режиме регионов. Для восточной и северной территорий характерны возвратные заморозки в период формирования микроспор, что негативно влияет на качество пыльцы, и как следствие, снижает урожайность шишкоягод. Кроме того, в период вылета пыльцы, в регионах с низкой семенной продуктивностью отмечается не стабильная среднесуточная температура. Известно, что апикальные клетки нуцеллуса секретируют жидкость только при определенных гидро-термических условиях: температура воздуха выше +16°C и его относительная влажность более 50%. В противном случае процесс опыления не происходит [7; 22].

Немаловажным является тот факт, что древостои *J. deltoides*, попавшие в восточную и северную группы находятся в непосредственной близости к густонаселенным территориям, с высоким атмосферным загрязнением [27]. Согласно данным И.А. Ругузова и Л.У. Склонной (1982) [23], при высоком содержании в воздухе оксидов серы, углерода и азота происходит подкисление опылительной капли и, как следствие, пыльцевые зерна не могут освободиться от экзины, не формируют пыльцевую трубку и не участвуют в оплодотворении [22; 27].

При определении влияния высоты произрастания древостоев *J. deltoides* над уровнем моря установлено, что большей семенной продуктивностью характеризуются особи в высотном диапазоне от 400 до 650 м н.у.м. – верхняя граница произрастания *J. deltoides* в Горном Крыму, на их долю приходится от 60,17% до 74,30% особей, в зависимости от высотного пояса. В данных условиях пыление микростробил наступает позже и совпадает с периодом относительно стабильного температурного режима и повышенной влажности воздуха.

В ходе выявления особенностей влияния, на семенную продуктивность, экспозиции склонов и эдафических условий мест произрастания *J. deltoides*, установлено, что данные факторы не оказывают существенного воздействия на величину урожая шишкоягод. Совокупная доля особей с низкой и высокой семенной продуктивностью, при данном распределении, представлена практически в равном соотношении, с небольшим преобладанием высокоурожайных древостоев.

Можно предположить, что практически равное количество особей с высокой и низкой семенной продуктивностью, а также их равномерное распределение по площади популяции, свидетельствует о благоприятных, для *J. deltoides*, условиях произрастания на территории

Горного Крыма. Ряд ученых считает, что такой уровень семенной продуктивности способствует поддержанию численности вида в регионе [22–24]. Однако, в настоящее время, наблюдается низкий уровень естественного возобновления крымской популяции *J. deltoides*. На основании чего, возникает необходимость в оценке не только уровня его семенной продуктивности, но и качества семян.

Шишкоягоды крымской популяции *J. deltoides* содержат от 1 до 4 семян. Показатели количества семян в шишкоягодах характеризуются низким и средним уровнем изменчивости (коэффициент вариации – от 8% до 20%). При этом, доля выполненных семян в древостоях *J. deltoides* весьма незначительная (рис. 3), варьирует в широких пределах от 1,32% (ПП №13) до 26,92% (ПП №9). Ранние следования показывают, что в 2006 году доля полнозернистых семян составляла до 42,66% [22]. Исходя из чего, можно сделать вывод, что за последние почти два десятилетия качество семян *J. deltoides* снизилось больше чем в 1,5 раза, что, в конечном счете, негативно сказывается на его естественном возобновлении и требует в кратчайшие сроки разработки мероприятий по поддержанию и восстановлению численности *J. deltoides* в Горном Крыму.

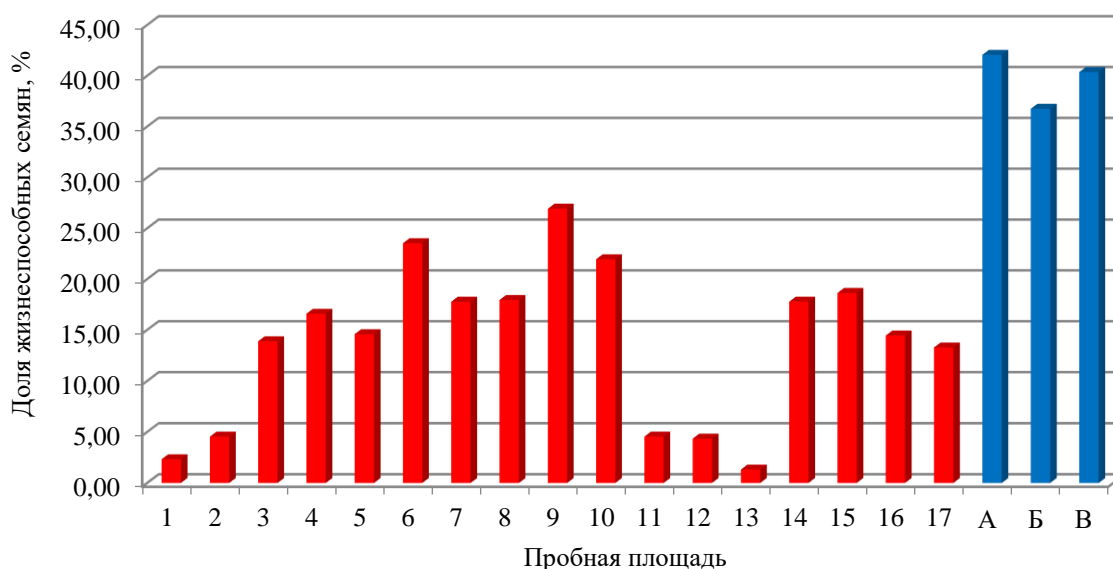


Рис. 3. Доля жизнеспособных семян *J. deltoides* в пределах пробных площадей (красный цвет – древостой; синий – редины)

Для выявления внешних причин, приведших к низкой доле полнозернистых семян исследуемого вида, проводили однофакторный дисперсионный анализ. В результате выполненной работы, установлено, что на качество семян *J. deltoides* в горах Крыма максимальное влияние оказывают два фактора: регион произрастания особей и величина антропогенного воздействия. Сила влияния данных факторов проявляется практически одинаково и составляет 60,97% и 66,37% соответственно. Наибольшим числом полноценных семян характеризуются пробные площади западной и югобережной групп. При этом, необходимо отметить, что на пробных площадях №1 и №2 (входящих в западную группу), крайне низкий процент выполненных семян. Именно эти территории, наряду с ПП №11–13

подвержены значительному антропогенному воздействию. Подобное явление связано, как с механическим повреждением исследуемых особей, так и с общим атмосферным загрязнением.

В ходе исследований, выявлено, что экспозиция склона и эдафические условия мест произрастания *J. deltoides* не оказывают достоверного влияния на полнозернистость семян. При этом установлено, что на участках с южной экспозицией развивается большее число дегенеративных семян, общее число таких семян в популяции не велико и составляет 1,24%. Подобное явление можно объяснить разницей в нагреве поверхности [2; 4; 19; 25]. Так, шишкочагоды на участках с южной и юго-западной экспозициями склона в летние периоды подвергаются значительному перегреву. Они имеют достаточно темный цвет, что усиливает влияние на них температуры. Семена в таких шишкочагодах погибают на поздних этапах развития, а эндосперм усыхает.

Согласно литературным источникам [8; 22; 24; 26], кроме внешних факторов на полнозернистость семян значительное влияние оказывает близкородственное скрещивание. Для оценки данного фактора закладывали пробные площади в редицах *J. deltoides* (полнота насаждений менее 0,3) с небольшим уклоном рельефа. Так, при величине уклона в 30° максимальный раскат семян составляет не более 10 м [9]. При этом расстояние между деревьями в редицах составляло от 15 до 20 м. Известно, что пыльца можжевельников может распространяться на 20 м [22]. В подобных условиях вероятность инбридинга значительно снижается. Исходя из рисунка 3, видно, что изреженные насаждения *J. deltoides* характеризуются значительно большим количеством выполненных семян (от 36,75% до 42,06%). Подобная закономерность в полной мере подтверждает влияние близкородственного скрещивания на качество семян. Таким образом, именно редицы *J. deltoides* можно использовать при отборе шишкочагод с большей долей выполненных семян, с целью искусственного восстановления можжевельниковых лесов Крымского полуострова.

При проведении корреляционного анализа установлена обратная зависимость (коэффициент корреляции – $r = -0,37$) выполненности семян от их количества в шишкочагоде (рис. 4). Так, семена, развивающиеся в шишкочагоде по одному, с большей долей вероятности будут выполненными нежели семена, образующиеся по 3 или 4 в шишкочагоде.

Из рисунка 4 видно, что в подавляющем большинстве случаев в шишкочагодах образуется одно полноценное семя, на долю которых приходится от 6,62% (в шишкочагодах с четырьмя семенами) до 23,53% в односемянных шишкочагодах. Данную закономерность необходимо учитывать при подсчете необходимого количества шишкочагод при искусственном восстановлении можжевельниковых насаждений в Горном Крыму.

При рассмотрении шишкочагод с четырьмя семенами, установлено, что вероятность всех выполненных семян ничтожно мала и составляет 0,49%. Четвертое семя в шишкочагоде практически всегда недоразвито. Подобное явление объясняется тем, что наиболее характерным для *J. deltoides* является развитие трех семян, а закладка большего количества семян, можно рассматривать, скорее, как отклонение в развитии генеративной сферы.

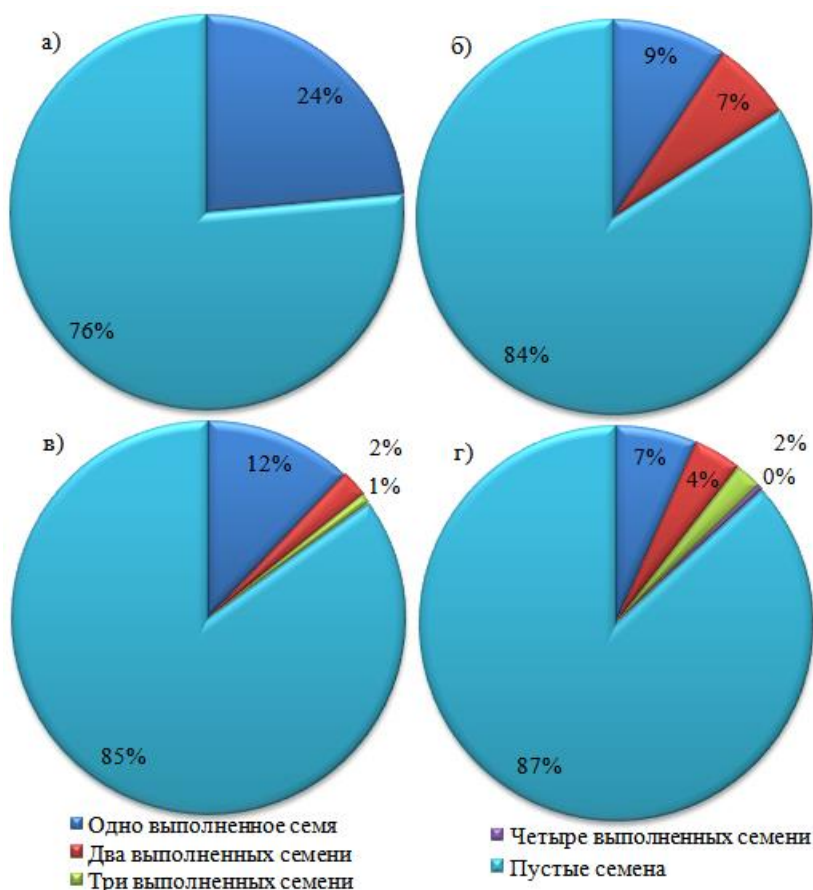


Рис. 4. Зависимость количества выполненных семян от их общего числа в шишкоягоде (а) – шишкоягоды с одним семенем; б) – шишкоягоды с двумя семенами; в) – шишкоягоды с тремя семенами; г) – шишкоягоды с четырьмя семенами)

На основании проведенных исследований установлено, что практически половина (47,53%) всех исследованных особей характеризуется низкой семенной продуктивностью, при этом, 10,18% в период исследований вообще не образовали шишкоягод. Одним из факторов, влияющих на семенную продуктивность *J. deltoides* в Горном Крыму является географическая приуроченность мест произрастания вида. Установлено, что наибольшей продуктивностью характеризуются насаждения западной и южнобережной группы. Доля высокоурожайных особей на этих территориях составляет 60,59% и 51,24% соответственно.

Установлено, что крымская популяция *J. deltoides* характеризуется низкой долей полнозернистых семян, которая составляет 1,32–26,92%, что свидетельствует о том, что, за последние почти два десятилетия, качество семян *J. deltoides* в Крыму снизилось почти в 1,5 раза. Среди внешних причин, приведших к низкой доле полнозернистых семян вида, выявлено, что наибольшее влияние оказывает степень антропогенной нагрузки исследуемой территории. На данных пробных площадях доля выполненных семян не превышала 4,55%. Кроме того, установлено, что в редицах *J. deltoides* отмечается значительно большее количество полнозернистых семян (от 36,75% до 42,06%), что подтверждает негативное влияние инбридинга на процессы репродукции крымской популяции *J. deltoides*.

Кроме того, определено, что в подавляющем большинстве случаев в шишкоягоде содержится по одному полноценному семени, при этом максимальное число шишкоягод

(80,72%) содержат по три семени. Это необходимо учитывать при разработке мероприятий по восстановлению и поддержанию численности популяции *J. deltoides* в Горном Крыму.

Литература

1. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. 1974. Т. 59. № 6. С. 826–831.
2. Габибуллаева Л.А. Влияние экспозиции склона на семенную продуктивность *Nigella sativa* L. в условиях Дагестана // Известия Горского государственного аграрного университета. 2021. Т. 58-1. С. 125–132.
3. Горошкевич С.Н. Метеорологическая обусловленность семеношения кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. №2. С. 56–69.
4. Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979, 368 с.
5. Зубаирова Ш.М. Особенности семенной продуктивности *Hedysarum daghestanicum* Boiss. ex Rurp. в природных популяциях // Фундаментальные исследования. 2013. №6-2. С. 352–355.
6. Исиков В.П., Плугатарь Ю.В., Коба В.П. Методы исследований лесных экосистем Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. 252 с.
7. Корсакова С.П., Корсаков П.Б., Багрикова Н.А. Биология опыления *Juniperus excelsa* и *J. deltoides* (*Cupressaceae*) на Южном берегу Крыма // Ботанический журнал. 2019. Т. 104, №10. С. 1574–1587. <https://doi.org/10.1134/S0006813619100077>
8. Калафат Л.А., Николаева А.В., Егорова А.В. Семенная продуктивность видов рода *Juniperus* L. в Крыму // Промышленная ботаника. 2013. Т. 13. С. 163–168.
9. Коренькова О.О. Биолого-экологические особенности роста и развития *Juniperus foetidissima* Willd. в горном Крыму: дисс. канд. биол. наук. Ялта, 2017. 169 с.
10. Корчагин А.А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ // Полевая геоботаника. 1960. Т. II. С. 41–132.
11. Красная книга города Севастополя. Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДООФК», 2018. 432 с.
12. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. 480 с.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 350 с.
14. 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.
15. Лесная энциклопедия: В 2-х т. Т. 2. М.: Сов. энциклопедия, 1986. 631 с.
16. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере *Pinaceae* на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
17. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
18. Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1949. 455 с.

19. Пинской В.Н., Идрисов И.А., Каширская Н.Н., Ельцов М.В., Потапов А.В., Борисов А.В. Влияние экспозиции склона на химические и биологические свойства почв земледельческих террас Восточного Кавказа // Аридные экосистемы. 2022. Т. 28. №2(91). С. 113–121.
20. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. 385 с.
21. Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Колос, 1968. 440 с.
22. Ругузова А.И. Биологические особенности можжевельника красного (*Juniper oxycedrus* L.) в Крыму в связи с его охраной: дисс. канд. биол. наук. Ялта, 2006. 163 с.
23. Склонная Л.У., Ругузов И.А. Методические рекомендации по элитному семеноводству тиса ягодного и можжевельника высокого. Ялта: ГНБС, 1982. 13 с.
24. Склонная Л.У., Ругузов И.А., Костина В.П. Закономерности формирования семян у древовидных можжевельников в Крыму // Эмбриологические и цитогенетические аспекты высших растений. 1992. С. 64–77.
25. Ха Д.Т.Т., Жигунов А.В., Бондаренко А.С. Влияние орографических факторов и почвенного плодородия на рост плантаций *Manglietia conifera* Blume в провинции Туенкуанг Республики Вьетнам // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2019. №1. С. 55–67.
26. 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.
27. Щербатюк Л.К. Определение уровня загрязнения атмосферы диоксидом серы с целью прогноза повреждений лесных экосистем // Бюллетень Никитского ботанического сада. 1987. Вып. 62. С. 14–18.
28. Adams R.P. Morphological comparison and key to *Juniperus deltoides* and *J. oxycedrus* // Phytologia. 2014. Vol. 96(2). P. 58–62.
29. Adams R.P., Morris A.J., Pandey R.N., Schwarzbach A.E. Cryptic speciation between *Juniperus deltoides* and *Juniperus oxycedrus* (*Cupressaceae*) in the Mediterranean // Biochemical Systematics and Ecolog. 2005. Vol. 33(8). P. 771–787. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2005.01.001>
30. Kafi I., Calvão T., Yah, N. What happens to species at the rear-edge of their distribution in arid regions? The case of *Juniperus thurifera* L. in the Aurès Mountains (Algeria) // Land Degradation & Development. 2022. Vol. 33(13). P. 2231–2245.
31. 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.
32. Yousefi S., Avand M., Yariyan P. Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excels* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran // Ecological Informatics. 2021. Vol. 65. P. 101427.

References

1. Vajnjagij, I.V. (1974). O metodike izucheniya semennoj produktivnosti rastenij. *Botanicheskij zhurnal*, 59(6), 826-831. (in Russ.).

2. Gabibullaeva, L.A. (2021). Vliyanie e`kspozicii sklona na semennuyu produktivnost` *Nigella sativa* L. v usloviyax Dagestana. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 58(1), 125-132. (in Russ.).
3. Goroshkevich, S.N. (2021). Meteorologicheskaya obuslovlennost` semenosheniya kedra sibirskogo (*Pinus sibirica* Du Tour). *Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal*, 2, 56-69. (in Russ.).
4. Gory`shina, T.K. (1979). E`kologiya rastenij. M.: Vy`sshaya shkola, 368. (in Russ.).
5. Zubairova, Sh.M. (2013). Osobennosti semennoj produktivnosti *Hedysarum daghestanicum* Boiss. ex Rupr. v prirodny`x populyaciyax. *Fundamental`ny`e issledovaniya*, 6-2, 352-355. (in Russ.).
6. Isikov, V.P., Plugatar`, Yu.V., & Koba, V.P. (2014). Metody` issledovaniy lesny`x e`kosistem Kry`ma. Simferopol`: IT «ARIAL», 252. (in Russ.).
7. Korsakova, S.P., Korsakov, P.B., & Bagrikova, N.A. (2019). Pollination biology of *Juniperus excelsa* and *J. deltoides* (*Cupressaceae*) on the southern coast of Crimea. *Botanical journal*, 104(10), 1574-1587. <https://doi.org/10.1134/S0006813619100077> (in Russ.).
8. Kalafat, L.A., Nikolaeva, A.V., & Egorova, A.V. (2013). Semennaya produktivnost` vidov roda *Juniperus* L. v Kry`mu. *Promy`shlennaya botanika*, 13, 163-168. (in Russ.).
9. Koren`kova, O.O. (2017). Biologo-e`kologicheskie osobennosti rosta i razvitiya *Juniperus foetidissima* Willd. v gornom Kry`mu: diss. kand. biol. nauk. Yalta, 169. (in Russ.).
10. Korchagin, A.A. (1960). Methods for accounting seed production of tree species and forest communities. *Field geobotany*, II, 41-132. (in Russ.).
11. Krasnaya kniga goroda Sevastopolya. Kaliningrad; Sevastopol`: ID «ROST-DOAFK», 2018. 432 s. (in Russ.).
12. Krasnaya kniga Respubliki Kry`m. Rasteniya, vodorosli i griby`. Simferopol`: OOO «IT «ARIAL», 2015. 480 s. (in Russ.).
13. Lakin, G.F. (1990). Biometriya. M.: Vy`sshaya shkola, 350. (in Russ.).
14. Lantushenko, A.O., Koren`kova, O.O., Sy`rovecz, A.A., Meger, Ya.V., Koren`kov, P.A., & Shevchuk, O.M. (2023). Morfologicheskie i filogeneticheskie osobennosti kry`mskoj populyacii *Juniperus deltoides* R.P. Adams. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 27(4), 306-315. (in Russ.).
15. Lesnaya e`nciklopediya: V 2-x t. T. 2. M.: Sov. e`nciklopediya, 1986. 631 s. (in Russ.).
16. Mamaev, S.A. (1973). Formy` vnutrividovoj izmenchivosti drevesny`x rastenij (na primere *Pinaceae* na Urale). M., Nauka, 284 s. (in Russ.).
17. Metody` izucheniya lesny`x soobshhestv. SPb.: NIIXimii SPbGU, 2002. 240. (in Russ.).
18. Morozov, G.F. (1949). Uchenie o lese. M.-L.: Goslesbumizdat, 455. (in Russ.).
19. Pinskiy, V.N., Idrisov, I.A., Kashirskaya, N.N., El`czov, M.V., Potapov, A.V., & Borisov, A.V. (2022). Vliyanie e`kspozicii sklona na ximicheskie i biologicheskie svojstva pochv zemledel`cheskix terras Vostochnogo Kavkaza. *Aridny`e e`kosistemy`*, 28, 2(91), 113-121. (in Russ.).
20. Plugatar`, Yu.V. (2015). Lesa Kry`ma. Simferopol`: IT «ARIAL», 385. (in Russ.).
21. Pogrebnyak, P.S. (1968). Obshee lesovodstvo. M.: Kolos, 440. (in Russ.).

22. Ruguzova, A.I. (2006). Biologicheskie osobennosti mozhzhevel`nika krasnogo (*Juniper oxycedrus* L.) v Kry`mu v svyazi s ego ohranoj: diss. kand. biol. nauk. Yalta, 163. (in Russ.).
23. Sklonnaya, L.U., & Ruguzov, I.A. (1982). Metodicheskie rekomendacii po e`litnomu semenovodstvu tisa yagodnogo i mozhzhevel`nika vy`sokogo. Yalta: GNBS, 13. (in Russ.).
24. Sklonnaya, L.U., Ruguzov, I.A., & Kostina, V.P. (1992). Zakonomernosti formirovaniya semyan u drevovidny`x mozhzhevel`nikov v Kry`mu. *E`mbriologicheskie i citogeneticheskie aspekty` vy`sshix rastenij*, 64-77. (in Russ.).
25. Ха, D.T.T., Zhigunov, A.V., Bondarenko, A.S. (2019). Vliyanie orograficheskix faktorov i pochvennogo plodorodiya na rost plantacij *Manglietia conifera* Blume v provincii Tuenkuang Respubliki V`etnam. *Trudy` Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel`skogo instituta lesnogo khozyajstva*, (1), 55-67. (in Russ.).
26. Shodieva, O.M., Mamaraximov, B.I., Xalikova, M.B. (2020). Vliyanie inbridinga na geneticheskuyu odnorodnost` populyacii xlopchatnika. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*, (2), 25-29. (in Russ.).
27. Shherbatyuk, L.K. (1987). Opredelenie urovnya zagryazneniya atmosfery` dioksidom sery` s cel`yu prognoza povrezhdenij lesny`x e`kosistem. *Byulleten` Nikitskogo botanicheskogo sada*. Vy`p, 62, 14-18. (in Russ.).
28. Adams, R.P. (2014). Morphological comparison and key to *Juniperus deltoides* and *J. oxycedrus*. *Phytologia*, 96(2), 58-62.
29. Adams, R.P., Morris, A.J., Pandey, R.N., & Schwarzbach, A.E. (2005). Cryptic speciation between *Juniperus deltoides* and *Juniperus oxycedrus* (*Cupressaceae*) in the Mediterranean. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33(8), 771-787. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2005.01.001>
30. Kafı, I., Calvão, T., & Yahi, N. (2022). What happens to species at the rear-edge of their distribution in arid regions? The case of *Juniperus thurifera* L. in the Aurès Mountains (Algeria). *Land Degradation & Development*, 33(13), 2231-2245.
31. Rajcevic, N., Dodos, T., & Novakovic, J. (2020). Epicuticular wax variability of *Juniperus deltoides* R.P. Adams from the central Balkan. *Ecology and chemophenetics*, 89, 104008.
32. Yousefi, S., Avand, M., & Yariyan, P. (2021). Identification of the most suitable afforestation sites by *Juniperus excels* specie using machine learning models: Firuzkuh semi-arid region, Iran. *Ecological Informatics*, 65, 101427.

Дата поступления: 24.03.2023

Дата принятия: 05.09.2023

© Коренькова О.О., 2023