

УДК 581.48

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-149-128-138

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШИШКОЯГОД И СЕМЯН *JUNIPERUS DELTOIDES* R.P. ADAMS В ГОРНОМ КРЫМУ

Олеся Олеговна Коренькова

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

Для изучения биоморфологических особенностей шишкоягод и семян *Juniperus deltoides* R.P. Adams проводили закладку 17 пробных площадей. В ходе исследований выявлено, что шишкоягоды *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Крыму имеют значительное количество морфологических вариантов. Окраска их от буро-красной до буры с проявляющимся в различной степени сизым налетом. Кроме того, отмечена неоднородность срастания кроющих чешуй, которые образуют шишкоягоды различной формы от шаровидной до практически треугольной. Установлено, что на развитие генеративной сферы *Juniperus deltoides* в значительной степени влияет антропогенная нагрузка территории произрастания и количество выпавших осадков в период с марта по август. Размеры шишкоягод крымской популяции *Juniperus deltoides* меньше, чем в основной части ареала вида (в Крыму проходит северная граница ареала). Масса шишкоягод *Juniperus deltoides* варьирует достаточно широко от 130 г до 374,7 г. В шишкоягодах образуется от 1 до 4 семян, при этом подавляющая доля шишкоягод содержит по 3 семени. Максимальное число семян отмечено на пробных площадях с южной, юго-восточной и восточной экспозициями. Параметры семян варьируют не существенно в диапазоне от 4,4 мм до 6,0 мм (по высоте); от 2,3 мм до 3,2 мм (по ширине) и от 2,3 мм до 2,9 мм (по толщине). Масса семян изменяется достаточно широко от 15,9 г до 26,9 г. Определена зависимость между размерами шишкоягод и размерами находящихся в них семян. Коэффициенты корреляции между показателями находятся в диапазоне от 0,45 до 0,80. Отмечена обратная зависимость размеров семян от их количества в шишкоягоде.

Ключевые слова: *Juniperus deltoides*; шишкоягоды; семена; абиотические факторы; антропогенная нагрузка; Горный Крым

Введение

В настоящее время род *Juniperus* L. является самым крупным в семействе кипарисовые (*Cupressaceae* Bartl.), отнесен к подсемейству можжевельниковые (*Juniperoideae* Endl.) и включает в себя 76 видов. От других представителей семейства, можжевельники отличаются значительным полиморфизмом. Одним из признаков, на основании которых строится систематика рода – это строение генеративных органов. На данный момент, в роду *Juniperus* L. учеными выделено 3 секции: секция *Caryocedrus* Endl., секция *Juniperus* (*Oxycedrus*) Endl. и секция *Sabina* Endl. [4, 11, 20].

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 [6, 7].

J. deltoides – это реликтовый вид третичного периода. Является типичным представителем средиземноморской группы секции *Juniperus*. Представляет собой двудомный кустарник или небольшое дерево до 10-15 м высотой. Хвоя длиной 10-25 мм и 1-3 мм шириной в чередующихся мутовках по 3. Шишкоягоды пазушные на коротких (1-2 мм) карликовых побегах с мутовками мелкой хвои. Срок их созревания два года. Зрелые шишки шаровидные или яйцевидно-шаровидные диаметром – 8-20 мм. Шишкоягода содержит по 2-3 семени, длина которых 5-12 мм [16, 20-26].

Распространен *J. deltoides* в Средиземноморье и на Ближнем Востоке: Албания, Болгария, Босния и Герцеговина, Хорватия, Кипр, Греция, Иран, Ирак, Израиль, Италия, Иордания, Ливан, Македония, Румыния, Сербия, Сирия, Турция, Кавказ, Закавказье, Крым.

Встречается в высотном градиенте до 2200 м н.у.м. на сухих каменистых склонах и маломощных почвах. Крайне редко *J. deltoides* произрастает на песчаных дюнах. В основной части ареала образует маквисы и гарриги, встречается также в подлеске в сухих лесах с *Carpinus betulus* L., *Quercus ilex* L. и различных видов рода *Pinus* L. В горных лесах произрастает совместно с *Cedrus libani* A.Rich., *Pinus nigra* J.F. Arnold, *J. excelsa* и *J. foetidissima* [13, 16, 20-26].

В Красную книгу Российской Федерации не включен, встречается в Краснодарском крае и Республике Крым. Здесь проходит северная граница его ареала. *J. deltoides* на территории Крыма распространен достаточно широко. Площадь его популяции, по данным 2006 г., составляет 4843 га [15]. Встречается в пределах Внутренней гряды крымских гор, в Предгорье и на Южном берегу Крыма.

В Красной книге Крыма и Красной книге города Севастополя имеет природоохранный статус – вид, сокращающийся в численности. Среди факторов, лимитирующих численность популяции, отмечается низкая семенная продуктивность. На основании чего, возникает необходимость в изучении процессов репродукции вида [6, 7, 12].

Именно развитие генеративной сферы в значительной степени определяет устойчивость популяций растений. Высокая наследственная обусловленность является характерной для этого типа органов растений, что позволяет установить особенности популяционного развития вида и выявить его адаптивные механизмы [18].

Целью исследований – изучить морфологические особенности шишкочког и семян *J. deltoides* в Горном Крыму. Исходя из цели работы были поставлены следующие задачи: определить морфометрические параметры шишкочког и семян *J. deltoides*, а также установить зависимости этих показателей от факторов окружающей среды и их корреляцию между собой.

Объект и методы исследования

Изучение биоморфологических особенностей шишкочког и семян *J. deltoides* проводили на 17 пробных площадях (ПП), закладку которых осуществляли по общепринятым в лесоводстве и геоботанике методикам, размером по 0,2 га (рис. 1). Закладывали пробные площади в природных популяциях на высоте от 40 до 620 м н.у.м., в различных эдафо-орографических условиях [17].

На пробных площадях выделяли по 10 модельных деревьев. Для каждого дерева определяли параметры 30 шишкочког генерации текущего года и находящихся в них семян. Штангенциркулем измеряли диаметр в двух плоскостях (условно высоту и ширину). Семена извлекали из шишкочког путем разрезания ее мякоти и дальнейшего их очищения. У семян измеряли высоту, ширину и толщину. Кроме того, определяли массу шишкочког и семян с последующим пересчетом на 1000 шт. Полученные данные обрабатывали методами математической статистики [8].

Оценку типов лесорастительных условий проводили на основе анализа структуры и состава травянистых растений, характеризующих богатство и влажность почвы [12]. Частоту встречаемости растений определяли глазомерно, применяя при этом шкалу О. Друде. С использованием методики П.С. Погребняка (1968) [14] определяли типы условий местопроизрастания.

Для оценки влияния погодных условий на развитие генеративной сферы *J. deltoides*, пробные площади были разделены на четыре географических группы:

западную, южнобережную, восточную и северную. В западную группу вошли пробные площади № 1-8; в южнобережную – № 9-10; в восточную – № 11-15; а в северную – № 16-17. Для западной группы использовали данные осадков Севастопольской метеорологической станции № 33991; для восточной и южнобережных групп – Феодосийской (№ 33976) и Ялтинской (№ 33990), а для северной – Симферопольской (№ 339555u) (рис. 1).



Рис. 1 Схема расположения пробных площадей в популяциях *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Горном Крыму (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. Мартъян; 11 – г. Папая-Кая; 12-13 – г. Коба-Кая; 14 – г. Сокол; 15 – г. Каршигерс; 16 – ск. Куллю-Кая; 17 – окрестности с. Кудрино)

Из данных А.И. Ругузовой (2006) [15], известно, что период созревания мегастробиллов составляет 2 года. После попадания пыльцы на нуцеллус семязачатка, формирование пыльцевой трубки и ее внедрение в нуцеллус рост трубки останавливается до следующей весны (практически на 11 месяцев). Дальнейшее формирование женского гаметофита происходит в весенне-летний период следующего за опылением года. На основании чего, подсчитывали количество осадков, для выделенных групп, в период развития шишкочагод (с марта по август).

Степень антропогенной нагрузки определялась по 5-бальной шкале путем оценки рекреационной дигрессии [2]. Эдафический фактор определялся по уровню плодородия почвы и ее увлажненности [2].

Результаты и их обсуждение

На основе проведенных исследований удалось установить, что шишкочагоды *J. deltoides* в Крыму имеют значительное количество морфологических вариантов (рис. 2). При этом, окраска у всех практически одинаковая от буро-красной до бурой с сизым налетом, который проявляется в различной степени, вне зависимости от формы шишкочагод. Локализуется налет на верхней части шишкочагоды на концах кроющих чешуй или занимает все пространство между ними.

Еще одним признаком морфологической неоднородности шишкочагод *J. deltoides* выступает степень срастания кроющих чешуй. Отмечены особи, кроющие чешуи которых визуальнo не отличимы и их верхушки полностью срастаются. Так кроющие чешуи образуют шишкочагоду шаровидной формы. Второй тип шишкочагод –

практически треугольные из-за четко прослеживающихся трех кроющих чешуй. При этом, необходимо отметить, что подавляющее большинство шишкочегод (68%) – это промежуточные варианты, у которых основания чешуй срастаются, а их верхушки в различной степени отходят друг от друга.



Рис. 2 Морфологическая неоднородность шишкочегод *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Крыму

Достоверной связи данных признаков со степенью влияния абиотических или антропогенных факторов на развитие особей выявлено не было. Подобное явление подтверждает тот факт, что *J. deltoides* является элементом криптической пары – *J. oxycedrus/J. deltoides* [9, 20].

В ходе проведенных исследований установлено, что высота шишкочегод варьирует не значительно, в пределах от 6,4 мм (г. Папая-Кая) до 9,8 мм (окрестности г. Инкерман). Кроме того, нет существенных отличий между показателями их ширины. Минимальная ширина (7,8 мм) отмечена у особей, произрастающих на пробной площади № 6 (г. Кара-Даг). Максимальные значения выявлены на пробной площади № 16 (ск. Куллю-Кая) и составляют 10,3 мм (табл. 1).

Сопоставление полученных данных с литературными источниками выявило, что шишкочегоды крымской популяции *J. deltoides* меньше, чем в других регионах [20, 23]. Это объясняется тем, что в Крыму проходит северная граница ареала.

При проведении однофакторного дисперсионного анализа достоверно установлено, что климатические особенности области произрастания *J. deltoides* оказывают весьма существенное влияние на ширину и высоту шишкочегоды. Так, сила влияния фактора составляет 30,7% для высоты шишкочегоды и 24,5% для ее ширины.

Кроме того, на развитие параметров шишкочегод достоверно влияет и ряд других факторов, среди которых можно выделить: высоту произрастания над уровнем моря; экспозицию склона и эдамп.

Экспозиция склона выступает вторым, по величине влияния, фактором. Минимальные параметры высоты и ширины отмечены на участках с северо-восточной экспозицией склона. А максимальные показатели – на западной (для высоты) и на южной для ширины. При этом обратную закономерность мы наблюдали при определении интенсивности роста вегетативных органов *J. deltoides* в Крыму. Минимальный прирост отмечался у особей, произрастающих на наиболее жарких участках с южной и юго-восточной экспозицией, и составлял 1,77-1,89 см. Максимальным ростом характеризуются особи *J. deltoides* на участках с северо-восточной экспозицией (2,67 см). Подобное явление можно объяснить тем, что в более холодных условиях подавляется функция репродуктивной сферы за счет того, что плоды более чувствительны к холоду, чем хвоя и побеги [3, 5].

Таблица 1

Параметры шишкоягод *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Горном Крыму

№ П/П	Высота, мм		Ширина, мм		Масса 1000 шт., г		Количество семян в шишкоягоде, шт.	
	M±m	V	M±m	V	M±m	V	M±m	V
1	7,6±0,1	5,8	9,4±0,2	7,5	197,3±15,3	11,2	2,9±0,1	12,2
2	9,8±0,2	7,0	9,9±0,2	7,8	285,7±21,3	9,8	2,9±0,1	8,8
3	6,9±0,1	5,0	8,6±0,2	7,9	133,3±12,4	10,8	3,0±0,3	12,6
4	8,3±0,1	6,8	9,4±0,2	7,7	184,6±13,4	12,5	2,9±0,1	10,2
5	7,5±0,1	5,3	8,6±0,4	18,7	134,8±11,9	10,2	2,9±0,2	11,1
6	7,1±0,2	8,1	7,8±0,2	7,0	186,7±12,3	11,3	2,8±0,2	20,1
7	7,8±0,1	6,8	8,7±0,3	11,1	177,8±14,7	12,8	3,0±0,1	15,1
8	7,4±0,2	5,7	8,3±0,2	8,3	190,0±14,6	14,1	2,8±0,2	13,4
9	7,5±0,2	9,5	8,5±0,2	9,9	257,3±18,9	17,2	1,7±0,2	12,9
10	8,1±0,2	8,4	9,9±0,3	10,7	185,3±14,4	10,1	2,7±0,2	20,7
11	6,4±0,1	7,9	8,5±0,1	5,3	132,0±11,1	15,8	2,9±0,1	8,8
12	7,5±0,2	8,7	9,0±0,2	10,2	190,7±10,6	13,5	3,1±0,1	8,4
13	6,9±0,1	7,5	8,0±0,2	10,2	130,8±14,3	14,4	2,5±0,2	9,3
14	7,3±0,1	7,9	8,8±0,2	9,4	187,7±13,2	13,9	2,8±0,2	9,2
15	6,9±0,2	7,8	7,9±0,2	9,9	192,2±12,2	11,7	2,7±0,1	16,7
16	9,0±0,1	5,5	10,3±0,2	7,3	374,7±28,8	15,6	3,0±0,2	8,4
17	8,4±0,1	5,4	9,9±0,1	2,8	349,2±27,9	10,3	2,9±0,1	8,8

Примечание: М – средний показатель; m – ошибка среднего показателя; V – коэффициент вариации, %

Наименьшее влияние, среди абиотических факторов, на развитие женских генеративных органов крымской популяции *J. deltoides* оказывают эдафические условия места произрастания. Сила влияния данного фактора для показателей высоты и ширины отличается более, чем в два раза и составляет 5,3% и 12,7% соответственно. На участках с относительно благоприятными для вида эдафическими условиями (сухая можжевельная суборь) отмечены минимальная высота шишкоягод, при этом, их ширина в данных условиях места произрастания отражает практически средние для Крыма значения. Минимальные показатели ширины выявлены на участках очень сухой можжевельной субори. Подобное явление можно объяснить высокой степенью адаптации *J. deltoides* к сложным эдафическим условиям.

Немного большее влияние на рост шишкоягод оказывает высота места произрастания над уровнем моря. При этом установлено, что на ширину шишкоягоды это влияние в два с половиной раза сильнее, чем на ее высоту и составляет 17,8% для ширины, а для высоты – 7,1%. Особи с минимальными и максимальными параметрами шишкоягод произрастают в одном высотном диапазоне на высоте от 40 до 150 метров. Данное явление можно объяснить относительно низкой степенью влияния фактора.

Масса шишкоягод *J. deltoides* на пробных площадях варьирует достаточно широко. Наименьшая масса (около 130 г) отмечена на нескольких пробных площадях: № 3 (г. Чирка-Каясы), № 5 (г. Толака-Баир), № 11 (г. Папая-Кая) и № 13 (г. Коба-Кая). Максимальная масса выявлена на пробных площадях северной группы и составляет 349,2 г и 374,7 г. Проведенный анализ показал, что достоверно на массу шишкоягод *J. deltoides* влияет только регион произрастания. Сила влияния данного фактора составляет максимальное для всех показателей значение – 72,9%. Подобное явление вполне закономерно, известно, что на рост плодов (шишек, шишкоягод) непосредственное влияние оказывает количество выпавших осадков в период их созревания [1]. По данным симферопольской метеостанции, за исследуемый период выпало 384 мм осадков. Пробные площади с минимальной массой семян относятся к западным и южным группам, в пределах которых отмечено низкое количество осадков 172 мм и 212 мм, соответственно.

Число семян в шишкоягоде практически не отличается. Средние показатели для пробных площадей находятся в пределах от 2,5 шт. до 3,1 шт. Наименьшим количеством семян в шишкоягодах характеризуется пробная площадь № 9 (г. Дракон). Можно предположить, что подобное явление связано со значительной степенью поражения, на исследуемой территории, особей *J. deltoides* арцеутобиумом (*Arceuthobium* M. Bieb.).

Из литературных данных известно, что шишкоягоды *J. deltoides* содержат 2-3 семени [20-26]. При этом, в ходе проведенных исследований, удалось установить, что на территории Горного Крыма в шишкоягодах *J. deltoides* образуется от 1 до 4 семян. Подавляющая доля шишкоягод содержит по 3 семени (рис. 3).

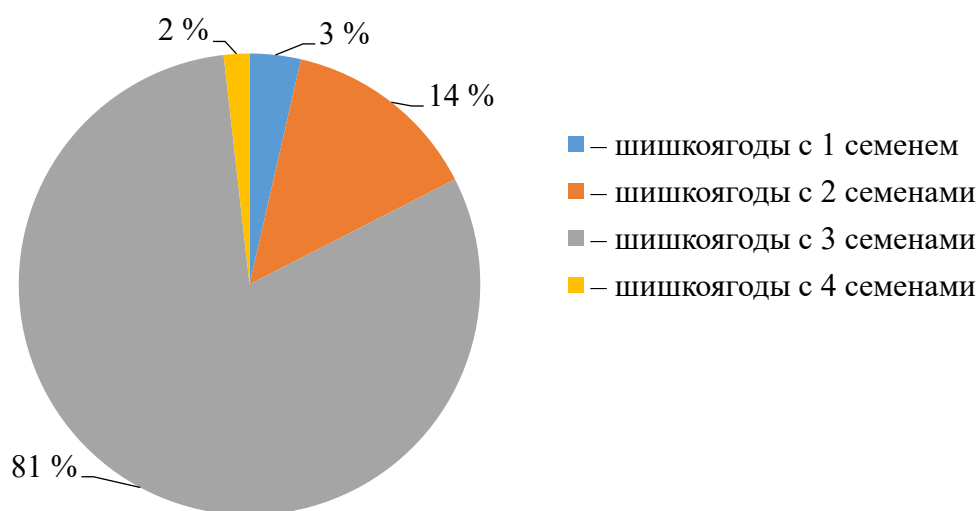


Рис. 3 Соотношение шишкоягод крымской популяции *Juniperus deltoides* R.P. Adams в зависимости от количества содержащих в них семян

Наибольшее влияние на количество семян в шишкоягоде оказывает экспозиция склона 33,1%. Максимальное число семян отмечено на пробных площадях с южной, юго-восточной и восточной экспозициями. На исследуемых территориях выявлены и самые крупные шишкоягоды. В меньшей степени на количество семян в шишкоягоде влияет область произрастания особей (20,4%). При минимальной разнице (находящейся в пределах ошибки) в количестве семян сложно подтвердить данные расчеты. Кроме того, проведенный дисперсионный анализ, не позволил достоверно выделить влияние других факторов на количество развивающихся в шишкоягоде семян.

Параметры семян варьируют не существенно в диапазоне от 4,4 мм до 6,0 мм (по высоте); от 2,3 мм до 3,2 мм (по ширине) и от 2,3 мм до 2,9 мм (по толщине) (табл. 2). Минимальные размеры семян отмечены на г. Папая-Кая (пробная площадь № 11). Для этой территории характерны также и наименьшие размеры высоты шишкоягод. Это позволяет предположить, что существует закономерность между этими параметрами. Данная пробная площадь характеризуется высокой антропогенной нагрузкой.

При этом, установлено, что на размеры семян в большей степени влияет количество выпавших осадков (регион места произрастания). Сила влияния данного фактора колеблется в пределах от 16,6% до 25,8% в зависимости от исследуемого параметра. Семена с максимальными размерами обнаружены на пробных площадях северной группы, отличающейся значительным количеством осадков. Что, как и в случае с массой шишкоягод, подтверждает зависимость роста плодов (шишек, шишкоягод) от количества выпавших осадков в период их созревания.

Таблица 2

Параметры семян *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Горном Крыму

№ П/П	Высота, мм		Ширина, мм		Толщина, мм		Масса 1000 шт., г	
	M±m	V	M±m	V	M±m	V	M±m	V
1	5,1±0,1	11,4	2,7±0,1	17,2	2,5±0,1	15,5	23,3±1,6	10,7
2	5,9±0,2	13,1	3,1±0,1	15,3	2,8±0,2	16,7	22,7±2,2	9,9
3	4,9±0,2	5,7	2,8±0,2	12,3	2,9±0,1	9,0	17,0±1,6	9,3
4	5,2±0,1	8,3	3,0±0,1	10,9	2,7±0,1	8,8	23,3±1,9	10,1
5	5,9±0,1	5,7	3,1±0,1	12,2	2,8±0,1	9,0	24,4±2,1	9,2
6	5,4±0,1	5,0	2,8±0,1	8,8	2,6±0,1	7,9	26,9±1,8	8,8
7	5,1±0,2	15,8	3,0±0,1	15,0	2,6±0,1	13,7	22,8±2,5	10,3
8	5,2±0,1	13,2	2,8±0,1	16,7	2,6±0,1	15,2	24,6±2,0	9,7
9	5,3±0,1	5,8	3,2±0,1	12,9	2,9±0,2	18,3	23,7±2,1	10,0
10	5,1±0,1	9,7	3,1±0,1	18,4	2,8±0,1	17,8	24,4±2,2	11,9
11	4,4±0,1	15,3	2,4±0,1	18,4	2,4±0,1	18,7	15,9±1,1	8,1
12	5,1±0,1	11,1	2,6±0,1	15,4	2,4±0,1	16,5	23,1±2,4	12,5
13	4,5±0,2	7,5	2,3±0,1	18,5	2,3±0,1	19,6	21,1±1,2	8,3
14	4,9±0,1	10,2	2,9±0,1	13,2	2,5±0,1	18,8	24,4±1,9	11,6
15	4,6±0,1	9,2	3,1±0,1	10,7	2,6±0,1	14,6	22,9±1,6	9,9
16	6,0±0,1	12,5	3,0±0,1	14,5	2,9±0,1	11,7	22,2±1,8	8,2
17	5,6±0,1	8,5	3,0±0,1	9,2	2,7±0,1	10,3	20,5±2,1	10,5

Примечание: M – средний показатель; m – ошибка среднего показателя; V – коэффициент вариации, %

Достоверно установлено влияние оставшихся четырех факторов. При этом, их сила весьма незначительна и находится в диапазоне 3,9-7,9%. Выявить закономерности в развитии семян от тех или иных особенностей места произрастания при таком низком уровне влияния факторов не представляется возможным.

Масса семян варьирует достаточно широко от 15,9 г (пробная площадь № 11) до 26,9 г (пробная площадь № 6 – г. Кара-Даг). Подобное отличие массы может быть объяснено степенью антропогенной нагрузки на исследуемых территориях. Практически по всем параметрам шишкоягод и семян, особи пробной площади № 11 (г. Папая-Кая) отличаются низкими показателями.

Здесь в 2013 г. был образован Государственный природный заказник регионального значения Республики Крым «Папая-Кая». Территория заказника включает в себя склоны горного хребта Сонки-Сиртлар, водораздел и склоны г. Папая-Кая с м. Ай-Фока и г. Кутур-Оба. Площадь заказника составляет 550 га (Папая-Кая, 2023). Не смотря на создание заказника, в настоящее время, на данной территории активно развивается не контролируемый туризм с образованием диких пляжей. На

территории заказника, непосредственно между деревьев можжевельника, туристы образуют стоянки, разводя костры и оставляя мусор. Это приводит, как к механическому повреждению особей краснокнижных видов, так и к затаптыванию почвы, что в свою очередь уменьшает потребление корнями кислорода и приводит к нарушению их целостности и снижению жизненного состояния особей. Кроме того, из проведенных исследований видно, что в результате деятельности человека снижается качество генеративной сферы *J. deltoides*, что напрямую связано с низкой семенной продуктивностью вида и сокращением площади его популяции. Так же, возникает угроза пожаров и уничтожения реликтовых рощ *J. deltoides*, *J. excelsa* и других редких видов растений. На основании чего, возникает необходимость более тщательного контроля деятельности человека на особо охраняемой природной территории.

В результате проведенных исследований удалось установить, что наибольшее влияние на развитие генеративной сферы *J. deltoides* оказывает регион произрастания особей, а именно, количество выпавших осадков в период созревания шишкоягод и семян (рис. 4).

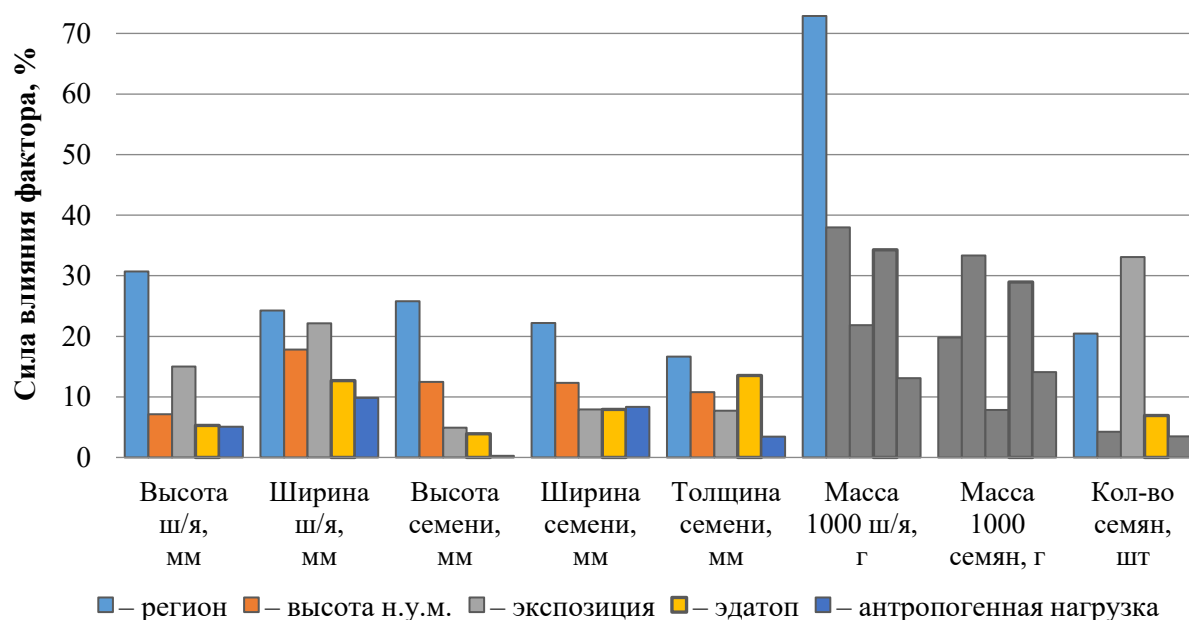


Рис. 4 Степень влияние абиотических и антропогенных факторов на развитие генеративной сферы *Juniperus deltoides* R.P. Adams в Горном Крыму

Примечание: серым цветом обозначена достоверно не доказанная сила влияния фактора

В большинстве случаев, сила влияния факторов не превышает 30%. Исключением выступает масса шишкоягод, которая напрямую зависит от количества выпавших осадков в период их созревания. При этом, как видно из рисунка 4, достоверно не установлено влияние абиотических и антропогенных факторов на массу семян. Подобное явление можно объяснить тем, что масса шишкоягод и семян коррелирует с другими их параметрами. Так, изменение массы шишкоягод в большей степени зависит от их высоты и ширины ($r = 0,78$ и $r = 0,71$, соответственно). В меньшей степени масса шишкоягод коррелирует с параметрами семян (коэффициент корреляции от 0,47 до 0,67). Кроме того, установлена незначительная обратная корреляция массы шишкоягод с количеством в них семян ($r = -0,18$).

Масса семян имеет максимальную зависимость от их параметров ($r = 0,44$ – от высоты семени; $r = 0,47$ – от его ширины и $r = 0,45$ от толщины семени). Так же отмечена обратная корреляция массы семян от их количества в шишкочагоде ($r = -0,13$).

Наибольшие показатели корреляции – $r = 0,81$ выявлены между: высотой шишкочагоды и ее шириной; высотой шишкочагоды и высотой семян; шириной и толщиной семян. В меньшей степени проявляется корреляция между: высотой семени и его толщиной – $r = 0,70$; шириной шишкочагоды и высотой семени, а также высотой семени и его шириной – в данных случаях коэффициент корреляции равен 0,60.

Обратная корреляция отмечена в отношении числа семян в шишкочагоде и ряде их параметров. Установлено, что число семян обратно зависит от их ширины, т.е., чем больше число семян в шишкочагоде, тем меньше их ширина и соответственно наоборот ($r = -0,41$). В меньшей степени обратная зависимость проявляется между числом семян и их толщиной ($r = -0,32$).

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что шишкочагоды *J. deltoides* в Крыму имеют значительное количество морфологических вариантов. Окраска их от буро-красной до бурой с проявляющимся в различной степени сизым налетом. Кроме того, отмечена неоднородность срастания кроющих чешуй, которые образуют шишкочагоды различной формы от шаровидной до практически треугольной.

Выявлено, что высота и ширина шишкочагод варьируют незначительно, в пределах от 6,4 мм до 9,8 мм (высота) и от 7,8 мм до 10,3 мм (ширина), что меньше, чем размеры шишкочагод в основной части ареала. При проведении однофакторного дисперсионного анализа достоверно установлено, что абиотические факторы оказывают весьма существенное влияние на размеры шишкочагод и на количество образованных в них семян. Сила влияния факторов находится в широком диапазоне от 3,4% до 72,9%. Масса шишкочагод *J. deltoides* варьирует достаточно широко от 130 г до 374,7 г и напрямую зависит от количества выпавших осадков в период с марта по август. Самые крупные шишкочагоды отмечены у особей, произрастающих на участках с южной и юго-восточной экспозицией с относительно благоприятными для вида эдафическими условиями (очень сухая и сухая можжевельниковая субополь).

В ходе исследований установлено, что на территории Горного Крыма в шишкочагодах *J. deltoides*, образуется от 1 до 4 семян, при этом подавляющая доля шишкочагод содержит по 3 семени. Максимальное число семян отмечено на пробных площадях с южной, юго-восточной и восточной экспозициями. Параметры семян варьируют незначительно в диапазоне от 4,4 мм до 6,0 мм (по высоте); от 2,3 мм до 3,2 мм (по ширине) и от 2,3 мм до 2,9 мм (по толщине). Масса семян изменяется достаточно широко от 15,9 г до 26,9 г. Выявлена зависимость развития генеративной сферы *J. deltoides* от степени антропогенной нагрузки на территорию произрастания вида.

Установлена зависимость между размерами шишкочагод и размерами находящихся в них семян. Коэффициенты корреляции между показателями находятся в диапазоне от 0,45 до 0,80. Кроме того, отмечена обратная зависимость размеров семян от их количества в шишкочагоде.

Список литературы

1. Горошкевич С.Н. Метеорологическая обусловленность семеношения кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) // Известия вузов. Лесной журнал – 2021. – № 2. – С. 56-69.

2. Исиков В.П., Плугатарь Ю.В., Коба В.П. Методы исследований лесных экосистем Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2014. – 252 с.
3. Климентова Е.Г., Сатаров Г.А., Зудова Т.А. Приспособление и устойчивость растений: Учебное пособие для студентов экологического факультета. – Ульяновск: УлГУ, 2006. – 53 с.
4. Колесников А.И. Декоративная дендрология. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 704 с.
5. Коренькова О.О. Особенности сезонного роста побегов крымской популяции *Juniperus deltoides* R.P. Adams // Вестник Нижневартковского государственного университета. – 2022. – № 4(60). – С. 33-42.
6. Красная книга города Севастополя. – Калининград; Севастополь: ИД «РОСТ-ДООАФК», 2018. – 432 с.
7. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / отв. ред. д.б.н., проф. А.В. Ена и к.б.н. А.В. Фатерыга. – Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 350 с.
9. Лантушенко А.О., Коренькова О.О., Сыровец А.А., Мегер Я.В., Шевчук О.М. Филогенетический анализ крымской популяции *Juniperus deltoids* R.P. Adams на основе ядерных и хлоропластных генов // ГенБио2022: Матер. III Междунар. науч.-практ.й конф. «Геномика и современные биотехнологии в размножении, селекции и сохранении растений (Ялта, 3-8 октября 2022 г.) – С. 51-52.
10. Папая-Кая. ООПТ России. – 2023. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/%D0%9F%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%8F-%D0%9A%D0%B0%D1%8F>
11. Писарев Д.И. Обзор современного состояния исследований в области систематики, химии и фармакологии рода *Juniperus* L // Современные проблемы фитофармакологии: Материалы международной научно-практической конференции (Белгород, 28-30 мая 2007 г.). – Белгород, 2007. – С. 296-304.
12. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма: Монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 385 с.
13. Плугатарь Ю.В., Коба В.П., Коренькова О.О. Природный ареал и условия произрастания видов рода *Juniperus* L. // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2022. – № 1(162). – С. 7-25.
14. Погребняк П.С. Общее лесоводство. – М.: Колос, 1968. – 440 с.
15. Ругузова А.И. Биологические особенности можжевельника красного (*Juniperus oxycedrus* L.) в Крыму в связи с его охраной: дисс. канд. биол. наук: 03.02.08 / ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». – Ялта, 2006. – 163 с.
16. Садыкова Г.А., Неиштаева В.Ю. Редколесья *Juniperus excelsa* subsp. *Polycarpus* в предгорном Дагестане // Ботанический журнал. – 2020. – Т. 105(2). – С. 179-195.
17. Сергеев П.Н. Лесная таксация. – М.: Гослесбумиздат, 1953. – 311 с.
18. Фарукишина Г.Г., Путенихин В.П. Параметры генеративных органов можжевельника обыкновенного на Южном Урале // Региональные геосистемы. – 2011. – №9(104), вып.15/1. – С. 321-325.
19. Adams R.P. Morphological comparison and key to *Juniperus deltoides* and *J. oxycedrus*. // Phytologia. – 2014a. – Vol. 96(2). – P. 58-62.
20. Adams R.P. The Junipers of the world: The genus *Juniperus*. 4sd ed. – Trafford Publ., Victoria, BC, 2014b. – 422 p.

21. Auders A.G. Encyclopedia of Conifers: A Comprehensive Guide to Cultivars and Species. – Published by Kingsblue Publishing Limited, 2013. – 1507 p.
22. Eckenwalder J.E. Conifers of the World: The Complete Reference. – Timber Press, 2009. – 744 p.
23. Farjon A. A Handbook of the World's Conifers – Brill: Leiden & Boston, 2017. – 1154 p.
24. Farjon A., Filer D. In: An Atlas of the World's conifers. An analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status. – Brill: Leiden & Boston, 2013. – 512 p.
25. 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.
26. 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.

Статья поступила в редакцию 17.07.2023 г.

Korenkova O.O. Biomorphological features of the formation of cones and seeds of *Juniperus deltoides* R.P. Adams in the Mountain Crimea // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2023. – № 149. – P. 128-138

Juniperus L. is the largest genus in the cypress family and includes 76 species. Natural populations of 5 species of junipers are widespread on the territory of the Crimea. *J. deltoides* is a relict species of the Tertiary period, included in the Red Book of the Crimea and the Red Book of the city of Sevastopol in the status of a declining species. It is the development of the generative sphere that largely determines the stability of plant populations. To study the biomorphological features of cone berries and seeds of *J. deltoides*, 17 sample plots were planted. In the course of the research, it was revealed that *J. deltoides* cone berries in the Crimea have a significant number of morphological variants. Their coloration is from brown-red to brown with a bluish bloom that manifests itself in varying degrees. In addition, heterogeneity of fusion of covering scales was noted, which form cones of various shapes from spherical to almost triangular. It has been established that the development of the generative sphere of *J. deltoides* is largely influenced by the anthropogenic load of the growing area and the amount of precipitation in the period from March to August. The size of the pine cones of the Crimean population of *Juniperus deltoides* R.P. Adams is smaller than in the main part of the species' range (the northern border of the range passes in the Crimea). The mass of *J. deltoides* cones varies quite widely from 130 g to 374.7 g. In cones, from 1 to 4 seeds are formed, while the vast majority of cones contain 3 seeds. The maximum number of seeds was noted in the sample plots with southern, southeastern, and eastern exposures. Seed parameters vary insignificantly in the range from 4.4 mm to 6.0 mm (in height); from 2.3 mm to 3.2 mm (in width) and from 2.3 mm to 2.9 mm (in thickness). The mass of seeds varies quite widely from 15.9 g to 26.9 g. The relationship between the size of cone berries and the size of the seeds contained in them was determined. Correlation coefficients between indicators range from 0.45 to 0.80. An inverse relationship between the size of the seeds and their number in the cone berry was noted.

Key words: *J. deltoids*; cone berries; seeds; abiotic factors; anthropogenic load; Crimean Mountains