

УДК: 582.734.6 (58.009, 574.3)

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ *PRUNUS ARMENIACA* L.  
В АРИДНЫХ РЕДКОЛЕСЬЯХ ВНУТРИГОРНОГО ДАГЕСТАНА**

© 2019 г. З.М. Асадулаев\*, Д.М. Анатов\*\*

\*Дагестанский государственный университет

Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 43а

\*\*Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН

Россия, 367000, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: djalal@list.ru

Поступила в редакцию 14.02. 2018. После доработки 25.08. 2018. Принята к публикации 19.12. 2018.

Во Внутригорном Дагестане на трех высотных уровнях изучена пространственная структура ценопопуляций *Prunus armeniaca* L. в зависимости от крутизны и экспозиции склонов. Наибольшую плотность абрикосовые массивы имеют на пологих склонах северных экспозиций и на участках, примыкающих к речным долинам. На южных склонах в связи с их эродированностью и крутизной по сравнению с северными склонами снижается как плотность деревьев абрикоса ( $r=-0.45$ ), так и разнообразие других древесных видов ( $r=-0.91$ ), что приводит к формированию монодоминантных абрикосовых редколесий. При увеличении плотности и совместном произрастании с другими древесными видами крона абрикоса приобретает пирамидальную форму, а при низкой плотности полушаровидную форму.

**Ключевые слова:** *Prunus armeniaca* L., Внутригорный Дагестан, аридные редколесья, ценопопуляции, пространственная структура, плотность, высота над уровнем моря, крутизна склонов, критерии согласия Шапиро-Уилка и хи-квадрата.

**DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10052**

В настоящее время во Внутригорном Дагестане ксерофильные редколесья занимают значительные территории. Это обусловлено естественными причинами – наличием передовых хребтов (Андийский, Салатау, Гимринский и Чонкатау), создающих эффект «дождевой тени». Негативную роль в недавнем прошлом, видимо, играл и антропогенный фактор, связанный со значительной пастбищной нагрузкой и вырубкой лесов на хозяйственные нужды местным населением. К основным аридным сообществам с участием древесных растений здесь можно отнести сосняки фриганоидного типа, можжевельниковые редколесья, шибляки и так называемые «абрикосовые саванны». Последние мало изучены по флористическому и фитоценоотическому составу, не исследована и пространственная структура популяций доминанта – *Prunus armeniaca* L.

Абрикос считается одним из жаростойких и засухоустойчивых растений, успешно произрастающих в аридных условиях горных систем Средней Азии, Китая и Кавказа (Генкель, 1982; Кучерова и др., 1985; Лишук, Ильницкий, 1986; Абрикос, 1989). Природные популяции абрикоса в Дагестане распространены по долинам рек Аварское Койсу, Андийское Койсу, Казикумухское Койсу и Кара Койсу, на высотах 350–1500 м н.у.м. БС, иногда (единично) по южным склонам – до 1900 м., чаще на известняковых щебнистых склонах. Редко абрикос образует и сплошные массивы (Asadulaev et al., 2014; Анатов и др., 2015). Главной особенностью природных массивов абрикоса Внутригорного Дагестана является их разреженность и приуроченность к каменистым склонам.

Пространственные размеры, характер распределения особей и взаимоотношения между видами являются важными сторонами популяционной жизни и определяются как историческими причинами, так и экологическими условиями (Ганнибал, 1990; Harms et al., 2001; Марков, 2012; Liu et al., 2014; Duman et al., 2016; Kang et al., 2017). При этом пространственную структуру популяций древесных растений и тип размещения особей на площади оценивают, в основном, через плотность, как среднее для данной популяции число особей на единице площади (Greig-Smith, 1961; Harper, 1977; Плотников, 1979; Злобин, 2009; Марков, 2012).

### Материалы и методы

Для изучения пространственной структуры выбраны три географически изолированные, хорошо выраженные ценопопуляции (ЦП) *Prunus armeniaca* L.

1. *Салтинская* ЦП произрастает в окрестности с. Салта Гунибского района, на высотах 900-1000 м н.у.м. БС. Координаты: 42° 25' 31.1" с.ш., 47° 00' 49.9" в.д. Склоны: северный, северо-восточный, северо-западный, известняково-глинистые, с крутизной 10-40°. Сообщество – абрикосник кустарниковый с участием облепихи, барбариса, шиповника.

2. *Буртанинская* ЦП произрастает в окрестности с. Буртани Левашинского района в пределах 1000-1100 м н.у.м. БС. Координаты: 42° 21' 44.9" с.ш., 47° 09' 42.5" в.д. Склоны: северо-восточный, восточный, юго-восточный, известняково-щебнистые, с крутизной 30-75°. Сообщество – абрикосник разнотравно-злаковый.

3. *Чародинская* ЦП. Исследован участок произрастания в окрестности с. Чарода Чародинского района. Высотные пределы – 1400-1500 м н.у.м. БС. Координаты: 42° 16' 32.6" с.ш., 46° 48' 27.4" в.д. Склоны: юго-западный, южный, юго-восточный, сланцево-глинистые, с крутизной 25-70°. Сообщество – абрикосник разнотравно-злаковый.

На исследованных участках преобладают горно-долинные, аллювиально-луговые, лугово-лесные и лугово-каштановые, а также горные антропогенные почвы, созданные в результате их тысячелетнего использования (Баламирзоев, Аджиев, 2013; Каширская и др., 2017).

Общая площадь оценки пространственной структуры популяций абрикоса составила 100 га. На трех высотных уровнях (900-1000, 1000-1100, 1400-1500 м н.у.м. БС) вдоль склонов заложено по 20 пробных площадей размером 400 м<sup>2</sup>, геоботаническое описание выполнено по стандартной методике (Василевич, 1969, Андреева и др., 2002). При характеристике пробных площадей учитывали высоту над уровнем моря, экспозицию и крутизну склона. Для деревьев абрикоса проведен учет численности, вычислены проекция, радиус и сомкнутость крон. Проведен учет численности древесно-кустарниковых видов (ДКВ), определено проективное покрытие (ПП) абрикоса, трав и общее ПП площадок. Средний радиус кроны рассчитывался исходя из числа деревьев абрикоса на пробной площади и общего проективного покрытия по следующей формуле 1:

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi N}} \quad (1),$$

где  $R$  – радиус кроны абрикоса;  $S$  – площадь проективного покрытия абрикоса на учетной площади;  $N$  – число деревьев абрикоса на пробной площади.

Для установления типа пространственного распределения деревьев абрикоса использованы три метода. Первый метод основан на построении графика частот по классам числа особей в выборках. При этом регулярному типу размещения соответствует прямая линия; случайному – кривая нормального распределения; контагиозному (групповому) – асимметричная пологая или многовершинная кривая (Плотников, 1979; Марков, 2012).

По второму методу тип пространственного размещения деревьев оценивался критериями согласия хи-квадрат ( $\chi^2$ ) и Шапиро-Уилка (Ш-У), согласно которым отсутствие различий между эмпирическими и теоретическими величинами означает, что распределение случайное.

По третьему методу – отношению дисперсии к средней арифметической ( $S^2/X$ ) (Грейг-Смит, 1967; Марков, 2012). Если указанное отношение равно единице, то размещение особей считается случайным, если меньше единицы, констатируют возрастание регулярности в размещении особей, а при превышении единицы – контагиозности.

Статистическая обработка данных проведена с применением методов описательной статистики, дисперсионного, регрессионного, дискриминантного анализов (Рокицкий, 1973; Лакин, 1990; Ивантер, Коросов, 2003) и пакета программ Statistica v. 5.5. Для оценки доли линейного фактора в общей изменчивости был использован коэффициент линейности ( $\Delta r$ ) по формуле 2:

$$\Delta r = \frac{R^2}{h^2} * 100\% \quad (2),$$

где  $\Delta r$  – коэффициент линейной зависимости,  $R^2$  – коэффициент детерминации,  $h^2$  – сила влияния комплексного фактора.

### Результаты и обсуждение

Наибольшая плотность деревьев абрикоса (805 на 1 га) выявлена в Салтинской ЦП (табл. 1). Больше здесь и биоразнообразие древесных видов, и общее проективное покрытие площадок. Проекция площади по сомкнутости крон, которую занимают только деревья абрикоса, выше в Чародинской ЦП (45.5%).

**Таблица 1.** Сравнительная оценка ценопопуляций абрикоса по плотности.

Показатели	Ценопопуляции					
	Салтинская		Буртанинская		Чародинская	
	$X \pm Sx$	CV, %	$X \pm Sx$	CV, %	$X \pm Sx$	CV, %
<b>Абрикоса</b>						
Плотность на 1 га	805.0±69.1	38.4	391.3±28.2	32.3	680.0±53.2	35.0
Радиус кроны (R), м	1.5±0.05	15.9	2.7±0.09	14.7	2.2±0.07	15.2
Площадь на 1 дер (S), м <sup>2</sup>	7.0±0.52	33.4	22.7±1.46	28.6	15.0±1.03	30.6
Ср. проекция 1 дерева, %	1.3±0.04	15.6	1.1±0.06	24.4	1.7±0.17	44.8
Сомкнутость крон, %	39.8±2.68	30.1	16.2±1.18	32.8	45.5±4.64	45.6
ПП отн. общего, %	41.5±2.68	28.8	51.8±4.53	39.1	53.8±5.46	45.3
ПП отн. др. дер., %	50.0±2.60	23.2	86.8±3.47	17.9	73.1±4.14	25.3
<b>Сопутствующие виды</b>						
Число ДКВ	30.1±2.10	31.2	3.5±0.77	97.9	2.0±0.40	91.8
Сомкнутость крон ДКВ, %	39.5±2.38	26.9	3.1±1.17	168.1	14.0±1.80	57.5
ПП трав, %	16.3±2.28	62.6	16.3±3.23	88.8	26.0±4.30	74.0
ПП площадок %	95.6±0.83	3.9	35.5±3.30	41.6	85.5±1.81	9.5

Отмеченная высокая плотность деревьев абрикоса в Салтинской ЦП, возможно, связана с оптимальностью условий среды, низким высотным уровнем произрастания, северной ориентацией и меньшей крутизной склонов. Присутствие большого числа подроста абрикоса, богатство древесной флоры и развитый травяной покров также свидетельствуют об оптимальности условий.

Иная картина наблюдается в Буртанинской ЦП, расположенной в 20 км к юго-востоку от салтинской ЦП. Первая имеет низкую плотность деревьев (391.3 на 1 га), незначительную площадь проекции кроны одного дерева (1.1%) и всех деревьев абрикоса (19.3%). Слабо представлена здесь травянистая растительность (35.5%) и ниже богатство древесных видов (3.1%). Однако ПП деревьев абрикоса здесь самое высокое (86.8%), что указывает на относительную, генетически обусловленную, устойчивость абрикоса к аридным условиям по сравнению с другими древесно-кустарниковыми видами. Буртанинская ЦП произрастает примерно на тех же высотах и материнских породах (известняки), но в совершенно других условиях рельефа и микроклимата. Здесь значительная крутизна (до 75°) и эродированность склонов, восточная и южная их ориентированность создают более аридные условия для произрастания не только абрикоса, но и других видов. Каменистость грунта также препятствует общему зарастанию склонов травянистой растительностью. При переходе с юго-восточного на северо-восточный склон щебнистость снижается, растительность становится богаче, общее ПП увеличивается. В нижней части склонов, при переходе к речным террасам, плотность деревьев абрикоса возрастает. На северо-восточном склоне на больших высотных уровнях наблюдаются массивы совместного произрастания абрикоса и сосны Коха.

Чародинская ЦП произрастает на максимальных для абрикоса в Дагестане высотных уровнях (1400-1500 м н.у.м. БС). На таких уровнях абрикос встречается здесь только на южных склонах, что согласуется с правилом предварения В.В. Алехина, по которому склоны северной экспозиции южных гор несут на себе более северные растительные группировки, а склоны южной экспозиции – более южные растительные группировки. Плотность деревьев абрикоса сопоставима с Салтинской ЦП (680.0 на 1 га), несмотря на сильную крутизну склонов (до 70°). Но если Салтинская ЦП находится в условиях высокой межвидовой конкуренции, то чародинская ЦП практически не испытывает конкуренции со стороны других видов древесной флоры, отсюда и сходство между ними. Например,

ПП других древесных видов в чародинской ЦП составляет 14.0%, в салтинской – 39.5%, что отразилось и на площади, которую занимает одно дерево (1.7 против 1.3%). В чародинской ЦП деревья абрикоса формируют полушаровидную крону, в салтинской – пирамидальную.

Различие между ценопопуляциями по плотности особей абрикоса оценено с помощью однофакторного дисперсионного и регрессионного анализов:  $h^2$  – для однофакторной модели и  $R^2$  – для модели с учетом линейной регрессии. Выявлено, что изученные популяции достоверно различаются почти по всем учетным признакам (табл. 2). Недостоверные различия обнаружены для признака «ПП абрикоса относительно общего покрытия». Наибольшее линейное влияние на межпопуляционную дифференциацию оказал фактор «крутизна склона». Влияние высотного фактора доказано для признаков «число ДКВ» (38.4%), «проекция 1 дерева абрикоса» (18.9%), «сомкнутость абрикоса» (12.0%), «сомкнутость ДКВ» (11.8%) и ПП трав (8.9%).

**Таблица 2.** Результаты дисперсионного и регрессионного анализов по показателям плотности деревьев абрикоса в зависимости от высоты произрастания над уровнем моря и крутизны склонов в Горном Дагестане.

Показатели	Факторы ( $df=2$ )						
	ЦП	Крутизна склона			Высота над ур. моря		
	$h^2$ , %	$R^2$ , %	$\Delta r$ , %	$r_{xy}$	$R^2$ , %	$\Delta r$ , %	$r_{xy}$
<b>Абрикоса</b>							
Плотность на 1 га	36.1***	20.5***	56.8	-0.45***	–	–	–
Радиус кроны (R)	70.4***	59.7***	84.8	0.77***	–	–	–
Площадь на 1 дер (S)	65.4***	51.5***	78.7	0.72***	–	–	–
Ср. проекция 1 дерева	23.5***	–	–	–	18.9***	80.4	0.43***
ПП отн. общ.	–	–	–	–	–	–	–
ПП отн. др. дер.	50.3***	44.6***	88.7	0.67***	–	–	–
Сомкнутость крон	45.8***	–	–	–	12.0**	26.2	0.35**
<b>Сопутствующие виды</b>							
Число ДКВ	83.7***	83.1***	99.3	-0.91***	38.4***	45.9	-0.62***
Сомкнутость крон ДКВ	78.2***	72.9***	93.2	-0.85***	11.8**	15.1	-0.34**
ПП трав	8.9*	–	–	–	8.4*	94.4	0.29*
ПП площадок	88.0***	37.6***	42.7	-0.61***	–	–	–

**Примечания к таблице 2.**  $h^2$  – сила влияния фактора;  $R^2$  – коэффициент детерминации;  $\Delta r$  – линейная связь учтенного фактора с общей изменчивостью;  $r_{xy}$  – коэффициент корреляции между учтенным фактором и изучаемым признаком; уровни достоверности: \* –  $p < 0.05$ , \*\* –  $p < 0.01$ , \*\*\* –  $p < 0.001$ ; – прочерк означает отсутствие достоверного значения для  $p < 0.05$ .

Для признаков связанных с ПП была выявлена незначительная разница между компонентами  $h^2$  (%) и  $R^2$  (%). Например, по признаку «число ДКВ» 83.7% различий обусловлено условиями произрастания популяций, а 83.1% является следствием линейного воздействия крутизны склонов ( $R^2$ ). Отсюда,  $\Delta r$  для этого показателя составит 99.3% и лишь 0.7% от всей изменчивости этого признака вызваны нелинейными эффектами. Для фактора «высота произрастания» это соотношение составляет 45.9%. Поскольку по некоторым признакам влияние учтенных факторов совпадают по корреляционным взаимоотношениям, то при одновременной оценке нескольких факторов в регрессионном анализе, сумма сложенных факторов превышает процентное значение суммарного фактора  $h^2$ , что является, в нашем случае, результатом многоплановости и многокомпонентности высотного фактора, т.е. влияние крутизны склона на общее число деревьев и кустарников других видов более однозначное, чем влияние высоты над уровнем моря. Коэффициент корреляции ( $r_{xy}$ ) отобразил высокую отрицательную связь показателей плотности деревьев абрикоса, числа других древесных видов и их проективного покрытия с крутизной склона. Признаки, которые связаны с радиусом, площадью кроны и ПП абрикоса относительно других деревьев, напротив, положительно

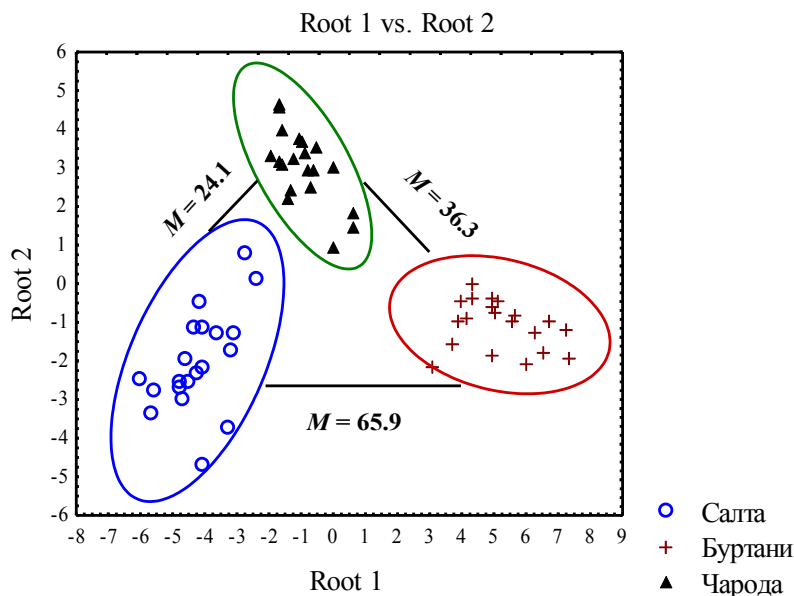
коррелируют с крутизной склона. Корреляционная зависимость показателей с высотой места произрастания слабее.

Проведенный дискриминантный анализ с пошаговым исключением показал, что наибольшие различия между ЦП определяют признаки «сомкнутость крон абрикоса», «сомкнутость крон и ДКВ», «число ДКВ», «ПП трав» (табл. 3). Остальные признаки оказались малоинформативными. По итогам дискриминантного анализа показано (рис. 1) расположение объектов в пространстве двух канонических корней.

**Таблица 3.** Итоги дискриминантного анализа с пошаговым исключением по группирующей переменной – ценопопуляция.

Показатели n=60	<i>F</i>	<i>p</i>
<b>В модели</b>		
Сомкн. крон абр.	96.730	0.000000
Сомкн. крон ДКВ	40.052	0.000000
Число ДКВ на 1 га	30.552	0.000000
ПП трав	25.335	0.000000
<b>Не в модели</b>		
ПП абр. отн. общ.	9.851	0.000230
ПП абр. отн. др. дер.	1.765	0.181151
Плотность на 1 га	0.345	0.709645
Ср. проекция на 1 дер. абр.	0.137	0.872412
Радиус кроны (R)	0.077	0.926387
Площадь на 1 дер (S)	0.041	0.960084

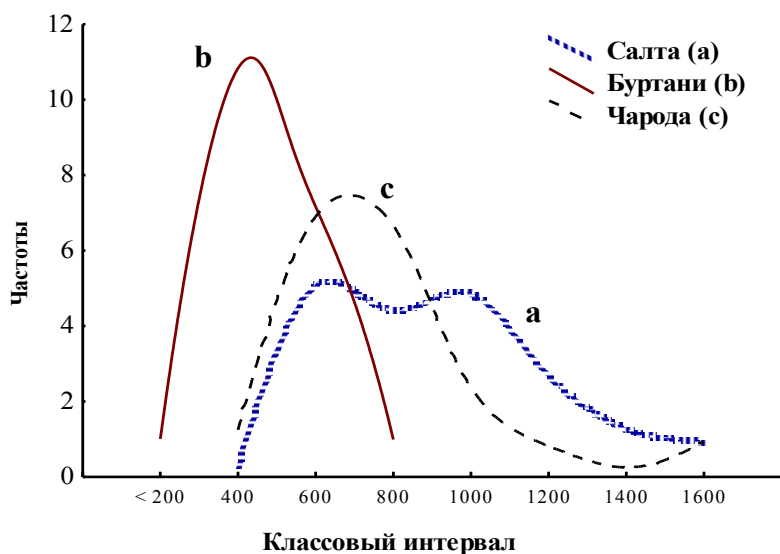
**Примечание к таблице 3:** переменные в модели при  $F > 10.000$  и  $p < 0.05$ .



**Рис. 1.** Двумерная ординация ЦП абрикоса в пространстве двух канонических корней и расстояний Махаланобиса (*M*).

Характер расположения объектов позволяет предположить, что вдоль первой оси они расположены по ПП абрикоса и сопутствующей древесной растительности. Разброс показателей и расположение выборок вдоль второй оси отражает ПП абрикоса относительно травяного покрытия. В первом случае такая зависимость определяется крутизной склона, во втором – высотой над уровнем моря. Квадраты расстояний Махаланобиса по совокупности признаков показали большую близость Салтинской ЦП к Чародинской, чем к Бурганинской ЦП.

1. Первый метод (графический) по частотам плотности выявил для природных популяций абрикоса случайное и контагиозное пространственное размещение особей (рис. 2).



**Рис. 2.** Гистограммы распределения частот плотностей природных популяций абрикоса во Внутригорном Дагестане.

Близкое к случайному размещение особей имеет Бурганинская ЦП (рис. 2b). Графическое изображение распределения частот здесь близкое к нормальному с максимумом (60%) в диапазоне 200-400 особей. Салтинская ЦП имеет типичное контагиозное размещение особей (рис. 2a) с двумя пиками частот в диапазонах от 400 до 600 и от 800 до 1000 особей. Чародинская ЦП имеет промежуточный характер размещения (рис. 2c). Максимальный диапазон частот (60%) здесь в пределах 500-700 особей на га, с общим размахом частот от 350-1425 особей.

2. Полученные результаты проверены с применением оценки нормальности распределения показателей по критериям согласия  $\chi^2$  и Ш-У. По обоим показателям для Бурганинской и Салтинской ЦП эмпирическое распределение соответствует теоретическому, что свидетельствует о случайном размещении особей.

Результаты графического метода определения типа пространственного размещения не совпадают с результатами, полученными по критериям согласия  $\chi^2$  и Ш-У.

**Таблица 4.** Результаты проверки гипотезы о нормальности распределения ЦП абрикоса по критериям согласия.

Ценопопуляции	Критерий Шапиро-Уилка		Нормальное распределение		
	<i>W</i>	<i>p</i>	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>
Салтинская	0.922	0.1088	17.37	11	0.0975
Бурганинская	0.935	0.1903	7.00	8	0.5366
Чародинская	0.812*	0.0013	62.15*	11	0.0000

**Примечание к таблице 4:** *df* – степени свободы; \* – отмечены значения, превышающие нормальное распределение на  $p < 0.05$ .

3. Вычисление отношения  $S^2/X$  для показателей с учетной площади 400 м<sup>2</sup> показало, что это отношение значительно превышает единицу (табл. 5), т.е. по определению все изученные популяции относятся к контагиозному типу размещения деревьев.

Действительно, при использовании больших площадей в сочетании с небольшим числом выборок (20 и менее), отношение дисперсии к средней значительно больше единицы и уловить различия между ЦП по размещению особей невозможно. В нашем случае, самый низкий показатель (1.6) для площади 400 м<sup>2</sup> имеет Бурганинская ЦП, по которому размещение особей считается контагиозным. По первому (графическому) методу оценки распределение особей в Бурганинской и Чародинской ЦП отнесено к случайному типу и только в Салтинской к контагиозному. Данное

несоответствие может быть объяснено исходными средними значениями особей на соответствующей площади. Например, при использовании в вычислении отношения  $S^2/X$  числа особей с меньшей площади (100 м<sup>2</sup>), типы размещения, полученные графическим методом и третьим методом совпадают: в Буртанинской и Чародинской ЦП – случайное распределение, а в салтинской ЦП – контактиозное.

**Таблица 5.** Расчетные статистические показатели отношения  $S^2/X$  при оценке пространственного распространения особей абрикоса на разных учетных площадях природных популяций.

ЦП	Площадь (S), м <sup>2</sup>	Среднее (X)	Дисперсия (S <sup>2</sup> )	Станд. откл. (S)	S <sup>2</sup> /X	CV, %
Салта n=20	10000	805.0	95434.2	308.9	118.55	38.4
	400	32.2	152.69	12.36	4.74	
	100	8.05	9.54	3.089	<b>1.19</b>	
	25	2.01	0.596	0.77	0.30	
Буртани n=20	10000	391.3	15939.1	126.3	40.74	32.3
	400	15.65	25.50	5.05	1.63	
	100	3.91	1.59	1.26	<b>0.41</b>	
	25	0.98	0.10	0.32	0.10	
Чарода n=20	10000	680.0	56618.4	237.9	83.26	35.0
	400	27.2	90.59	9.518	3.33	
	100	6.80	5.66	2.38	<b>0.83</b>	
	25	1.7	0.35	0.59	0.21	

При графическом методе оценки распределения по классовым интервалам частот выявлено два типа распределения – случайное и контактиозное, при этом к случайному типу размещения ближе всего оказалась Буртанинская ЦП и частично Чародинская, к контактиозному – Салтинская ЦП. Статистический анализ соответствия эмпирического распределения теоретическому по критериям согласия  $\chi^2$  и Ш-У показал случайное распределение для Буртанинской и Салтинской ЦП, контактиозное для Чародинской.

При оценке типа распределения по отношению  $S^2/X$  оказалось, что результаты зависят не только от числа проб, но и от выбора размеров пробных площадей. Чем крупнее учетная площадь, тем сильнее проявляется контактиозность. В наших исследованиях для природных популяций абрикоса оптимальным для выявления типа пространственного распространения оказался подсчет особей с учетной площади 100 м<sup>2</sup>, при одновременном двукратном увеличении числа выборок.

### Заключение

В аридных условиях Внутригорного Дагестана наибольшее влияние на плотность размещения деревьев *Prunus armeniaca* оказывает крутизна склона. Его усиление приводит к снижению плотности абрикоса ( $r=-0.45$ ) и почти полному исчезновению с территории других древесных растений ( $r=-0.91$ ). На южных склонах с крутизной более 40° формируются монодоминантные абрикосовые массивы. На склонах северных экспозиций абрикос может вытесняться сосной Коха.

С помощью построения графиков частот плотности выявлено два типа распространения особей в природных ценопопуляциях абрикоса – случайное и контактиозное, при этом к случайному типу размещения ближе всего оказалась Буртанинская ЦП и частично Чародинская ЦП, а к контактиозному – Салтинская. Полученная оценка не совпадает с применением критериев согласия  $\chi^2$  и Шапиро-Уилка, по которым Буртанинская и Салтинская ЦП отнесены к случайному типу размещения, а Чародинская – к контактиозному.

Оценка типа распространения особей по отношению  $S^2/X$  выявила зависимость полученных данных от размера исходной учетной площади: чем больше учетная площадь, тем выше этот показатель. Объясняется это тем, что средняя арифметическая и дисперсия связаны прямой зависимостью, при которой некоторое увеличение среднего, приводит к увеличению дисперсии в квадрате. Отсюда, отношение дисперсии к средней также возрастает, а относительная интерпретация

указывает на возрастание контагиозности пространственного распространения. Для дагестанских ценопопуляций абрикоса оптимальной учетной площадью, при которой пространственное размещение деревьев в условиях Внутригорного Дагестана не выявляется не только как контагиозное, оказалась площадь 100 м<sup>2</sup>.

Для природных популяций существует такая минимальная учетная площадь, за пределами которой показатель отношения  $S^2/X$ , определяющий тип пространственного распространения, стремительно меняется; при увеличении площади – к контагиозности, а при уменьшении площади – к случайному и равномерному типу. Чем меньше учетная площадь, тем больше показатель будет соответствовать равномерному типу. Оценка типа пространственного распространения особей в популяции по показателю  $S^2/X$  без указания размера учетной площади является мало информативной.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрикос. 1989. / Ред. В.К. Смыков. М.: Агропромиздат. 240 с.
- Анатов Д.М., Османов Р.М., Асадулаев З.М., Газиев М.А. 2015. Экологические и исторические аспекты разнообразия форм абрикоса в Горном Дагестане // Вестник Дагестанского государственного университета. Т. 30. Вып. 1. С. 73-81.
- Андреева Е.Н., Баккал Ю.И., Горшков В.В., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю., Ставрова И.Н., Ярмишко В.Т., Ярмишко М.А. 2002. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ. 240 с.
- Баламирзоев М.А., Аджиев А.М. 2013. Эколого-генетические особенности горно-долинных почв Дагестана и их использование под многолетние насаждения // Аридные экосистемы. Т. 19. №1 (54). С. 44-52
- Василевич В.И. 1969. Статистические методы в геоботанике. Л.: Наука. 232 с.
- Ганнибал Б.К. 1990. Горизонтальная структура популяции фисташки // Фисташка в Бадхызе. Л. С. 97-105.
- Генкель П.А. 1982. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука. 279 с.
- Грейг-Смит П. 1967. Количественная экология растений. М.: Мир. 359с.
- Злобин Ю.А. 2009. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы: Университетская книга. 263 с.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. 2003. Введение в количественную биологию. Учебное издание. Петрозаводск: Издательство Петрозаводского государственного университета. 320 с.
- Каширская Н.Н., Чернышева Е.В., Ходжаева А.К., Борисов А.В. 2017. Биологическая активность горных антропогенных почв средневековых земледельческих террас Горного Дагестана // Аридные экосистемы. Т. 23. № 1 (70) С. 5-16.
- Кучерова Т.П., Лищук А.И., Шолохов А.М., Стадник С.А. 1985. Изучение засухоустойчивости абрикоса по комплексу признаков // Эколого-физиологические особенности древесных растений в Крыму. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. Ялта. Т. 96. С. 77-86.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.
- Лищук А.И., Ильницкий О.А. 1986. Адаптационные особенности абрикоса при различном водообеспечении // Повышение продуктивности абрикосовых насаждений. Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. Ялта. Т. 100. С. 109-116.
- Марков М.Н. 2012. Популяционная биология растений: учеб. пособие. М.: Товарищество научных изданий КМК. 388 с.
- Плотников В.В. 1979. Эволюция структуры растительных сообществ. М.: Наука. 276 с.
- Рокицкий П.Ф. 1973. Биологическая статистика. Минск: Высш.школа. 316 с.
- Asadulaev Z.M., Anatov D.M. and Gaziev M.A. 2014. Genetic resources of *Prunus armeniaca* L. natural populations in Mountainous Dagestan // Acta Hortic. No. 1032. P. 183-190.
- Duman T., Trakhtenbrot A., Poggi D., Cassiani M., Katul G.G. 2016. Dissipation intermittency increases long-distance dispersal of heavy particles in the canopy sublayer // Boundary Layer Meteorology. No. 159 (1). P. 41-68.
- Greig-Smith P. 1961. The use of pattern analysis in ecological investigations // Recent Advances in Botany. Toronto: Univ. Press. P. 1354-1358.
- Harms K.E., Condit R., Hubbell S.P., Foster R.B. 2001. Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot // Journal of Ecology. No. 89 (6). P. 947-959.
- Harper J.L. 1977. Population biology of plants. London; NY: Academic Press. 892 p.
- Kang H., Zheng Y., Liu S., Chai Z., Chang M., Hu Y., Li G. & Wang D. 2017. Population structure and spatial pattern of predominant tree species in a pine-oak mosaic mixed forest in the Qinling Mountains, China // Journal of Plant Interactions. No. 12 (1). P. 78-86.
- Liu Y.Y., Li F.R., Jin G.Z. 2014. Spatial patterns and associations of four species in an old-growth temperate forest // Journal of Plant Interactions. No. 9 (1). P. 745-753.