

УДК 582.734.3:581.522 (470.67)

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГОДИЧНЫХ ПОБЕГОВ БОЯРЫШНИКОВ В ДАГЕСТАНЕ

© 2023 г. М. Д. Залибеков^а, *, А. Р. Габибова^а^аГорный ботанический сад ДагФИЦ РАН, ул. М. Гаджиева, д. 45, Махачкала, 367000 Россия

*E-mail: marat.zalibekov@mail.ru

Поступила в редакцию 21.04.2022 г.

После доработки 19.09.2022 г.

Принята к публикации 21.02.2023 г.

В работе представлены результаты эколого-географического эксперимента 4 видов боярышника на двух экспериментальных базах Горного ботанического сада (1100 м и 1700 м над ур. м.). Для выявления внутривидовой и межвидовой изменчивости побега и листа использовали описательную статистику, t-критерий Стьюдента, одно-, двухфакторный дисперсионный и дискриминантный анализы, для чего были проанализированы 10 количественных признаков годичного побега в виргинильном периоде особей. Определены адаптивные способности и изменчивость морфологических признаков боярышника годичного побега и листа в различных условиях выращивания. В пятилетнем возрасте наибольшие величины по средним значениям имеют образцы, выращенные на высоте 1700 м над ур. м. Различия от места выращивания более всего проявились у *C. pseudoheterophylla*, для остальных образцов влияние высоты над ур. м. незначимо. Одно- и двухфакторные дисперсионные анализы в иерархическом комплексе позволили определить признаки, по которым у образцов имеются различия, а также долю влияния экотопа на изменчивость признаков. Рассмотрев межвидовые отличия/сходства по признакам побега и листа в различных условиях произрастания, используя дискриминантный анализ, мы смогли сделать предварительное заключение: наиболее отчетливо проявляются субсекционные отличия/сходства на высоте 1700 м, а межвидовые – на высоте 1100 м. Работа выполнена на уникальной научной установке “Система экспериментальных баз Горного ботанического сада”.

Ключевые слова: годичный побег, изменчивость, количественные признаки, эколого-географический эксперимент, высотный градиент.

DOI: 10.31857/S0024114823050121, EDN: MUOZBW

Внутривидовое разнообразие и количество видов рода *Crataegus* L., относящихся к различным таксономическим рангам, на сегодняшний день четко не установлено. Исследователи рода приходят к выводу, что изучать боярышник следует как в природе, где произрастает тот или иной вид (гибрид), так и в экспериментальных условиях, потому что возникают вопросы идентификации при определении таксономического ранга. Выращивание в условиях эксперимента растений (*ex situ*) на ранних этапах роста и развития позволит обнаружить влияние абиотических факторов на морфогенез организма. Исследованию взаимоотношений близкородственных видов в процессе естественной гибридизации древесных растений посвящено много работ, особенно в таком объеме роде, как *Crataegus* L., который неоднократно подвергался критическому таксономическому анализу. Согласно системе А.И. Поярко-вой (1939), род состоит из пяти секций, куда входит и секция *Crataegus* (*Oxyacantae*) с 7 рядами

и 18 видами, распространенными в Евразии. В Дагестане (Залибеков, 2015) произрастают виды из 6 рядов (11 видов). С помощью эколого-географо-морфологического метода (Камелин, 2009) при интродукции в различных условиях горного Дагестана в ГорБС было отобрано четыре вида боярышника из рядов: *Crataegus* – *Crataegus ser. Kyrstylaer* Pojark. (*C. rhipidophylla* Gand.), *Steveniana* Pojark. (*C. pallasii* Griseb.), *Monogynae* Pojark. (*C. monogyna* Jacq., *C. pseudoheterophylla* Pojark.). При изучении систематики, географии рода и отдельных видов *Crataegus* монографами рассматриваются различные системы определения таксона. Во флоре Восточной Европы Н.Н. Цвелев (2001) делит этот род на два подрода: *Crataegus* с четырьмя секциями, произрастающими на европейском континенте, и *Americanae* El Gazzar, немного изменяет последовательность рядов в секции *Crataegus*, где ряд *Steveniana* (*C. pallasii*) идет четвертым, за ним – *Crataegus* (*C. rhipidophylla*) и *Monogynae* (*C. monogyna*, *C. pseudoheterophylla*).

Таблица 1. Географические пункты сбора плодов боярышника в Дагестане

Вид	Места сбора плодов (семян)	Высота над уровнем моря	Географический элемент	Ряд в секции <i>Crataegus</i>	Число хромосом
<i>C. rhipidophylla</i>	Приморская низменность	–20 м	Субатлантический	<i>Crataegus</i>	$2n(2x) = 34$; $2n(3x) = 51$; $2n(4x) = 68$
<i>C. pallasii</i>	Предгорный	250 м	Восточно-средиземноморский	<i>Steveniana</i>	—
<i>C. pseudoheterophylla</i>	Внутреннегорный	1500 м	Переднеазиатский	<i>Monogyna</i>	$2n(3x) = 51$; $2n(4x) = 68$
<i>C. monogyna</i>	Терско-Кумская низменность	70 м	Среднеевропейский	<i>Monogyna</i>	$2n(2x) = 34$

Р.А. Уфимов (2013) в своей работе разделил этот род на три подрода, включив в него подрод *Sanguineae* Ufimov subgen nov. и указав на его промежуточное таксономическое положение между западным и восточным полушариями Земли. Вместе с тем он (Уфимов, 2013) секцию *Crataegus* разделил на 3 подсекции, в свою очередь, подсекцию *Crataegus* разделил на четыре ряда: *Ambigua* Pojark., *Laevigatae* Tzvelev, *Pallasianae* Pojark. (*C. pallasii*) и *Crataegus* (*C. rhipidophylla*, *C. monogyna*, *C. pseudoheterophylla*). А.С. Зернов (2006) выделил вид *C. monogyna* отдельно, куда включил синонимы *C. rhipidophylla*, *C. pseudoheterophylla*. Выявление закономерностей внутри- и межвидового разнообразия представителей рода *Crataegus* L. в Дагестане дает нам возможность составить материальную и информационную базу фундаментальных и прикладных исследований для определения изменчивости вида в новых условиях произрастания.

Цель данного исследования – выявление адаптивных возможностей в виргинильном периоде боярышника, сравнение между собой видов по изменчивости морфологических признаков вегетативных органов в различных условиях Дагестана вдоль высотного градиента.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Для проведения эколого-географического эксперимента были использованы саженцы пятилетнего возраста 4 видов *Crataegus* L. (*C. monogyna*, *C. pseudoheterophylla*, *C. rhipidophylla*, *C. pallasii*), собранных в различных районах Дагестана (табл. 1). Выращены они в Горном ботаническом саду ДФИЦ РАН на уникальной научной установке “Система экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента” для выявления вариативности количественных признаков годичного побега боярышника ГорБС. Гунибская экспериментальная база расположена на высоте 1700 м над ур. м., климат континентальный, почвы коричневые лесные и горнолуговые черноземновидные каменисто-щебнистые, мало-

мощные. Цудахарская экспериментальная база размещена на высоте 1100 м над ур. м., климат средне-континентальный, почвы сухостепные, каменисто-щебнистые, маломощные и хрящеватые. (Залибеков, Габиева, 2019).

Для определения вариативности годичных побегов, обусловленной местом произрастания боярышника, проводились следующие измерения в фазе полного вызревания вегетативных органов: длина побега (А), число листьев на побеге (В), диаметр побега (С), а также длина черешка (D), длина листового пластинки листа (Е), общая длина листа (F), ширина листа (G), число зубцов на краю листа (H), число колючек (I), длина колючек (J) – всего 10 признаков (рис. 1).

Обработку материала проводили методом описательной статистики, одно-, двухфакторного дисперсионного и дискриминантного анализов. Из-за малой выборки предварительно все признаки проверялись на нормальное распределение с помощью пакета статистических программ (ПСР) “Statistica 10”.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 приведены средние значения и коэффициент вариации признаков вегетативных органов для видов боярышника, зависящих от места его произрастания. Как видно из табл. 2, на высоте 1700 м над ур. м. наиболее крупные размеры (или величины) характерны по следующим признакам: у *C. rhipidophylla* – по длине побега, числу метамеров и диаметру побега, а также по морфологическим параметрам листа у *C. pallasii*. На высоте 1100 м над ур. м. по всем признакам преобладают показатели у *C. rhipidophylla*, а по показателю число метамеров он близок к *C. monogyna* (12–12.5 шт.). Независимо от места произрастания боярышника, диапазон варьирования признаков колеблется от низкого уровня изменчивости ($CV = 8–12\%$) до высокого ($CV = 31–40\%$). Обращают на себя внимание такие признаки, как длина и число колю-

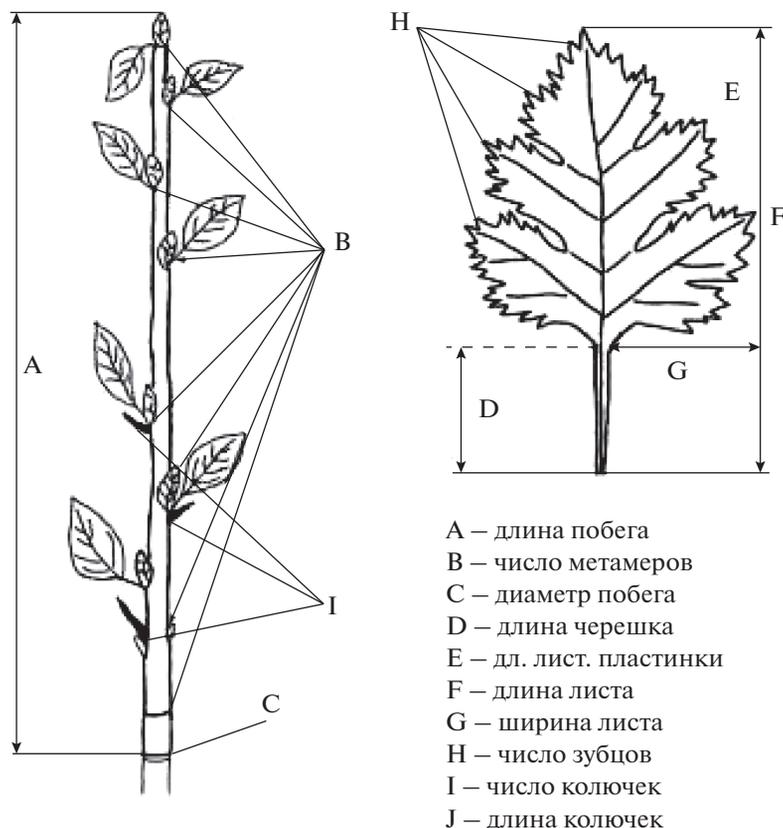


Рис. 1. Морфологические (количественные) признаки годичного побега и листа *Crataegus*.

чек, у которых очень высокий размах варьирования (Мамаев, 1973).

Средние значения признаков по t-критерию Стьюдента (табл. 2) дали возможность определить различия боярышника от места его произрастания по тем или иным признакам. Выделяется *C. pseudoheterophylla*, у которого почти по всем признакам имеются различия, тогда как для остальных видов боярышника различия не столь значительные. У *C. monogyna* различий от места произрастания нет, у *C. rhipidophylla* различие прослеживается только по числу зубцов, у *C. pal-lasii* – по листовой пластинке листа.

Для дальнейшего изучения изменчивости, связанной с эколого-географическими условиями произрастания, и определения доли влияния факторов был проведен одно- и двухфакторный иерархический дисперсионный анализ. Однофакторный анализ показал различия между видами в зависимости от их места произрастания (табл. 3) и абиотическое влияние, оказываемое на изменчивость признаков годичного побега. Из табл. 3 видно, что наиболее наглядно отличия по признакам проявляются на высоте 1100 м над ур. м., кроме таких признаков, как ширина и зазубренность листа, тогда как на высоте 1700 м над ур. м. отличия не столь значительные. В двухфакторном

анализе (табл. 4), где фактор А – различие между образцами (видами); фактор В – эколого-географическое разнообразие, связанное с высотой над уровнем моря; Е – индивидуальная изменчивость побегов, нет существенного влияния на зазубренность листа как между видами (фактор А), так и по эколого-географическим условиям выращивания (фактор В). Обращает на себя внимание такой признак, как ширина листа, для которого нет существенного влияния по фактору А, тогда как от места произрастания различие между видами достоверно значимое. Для остальных признаков побега и листа различия между видами и доля влияния достоверно значимые. Эколого-географические условия существенное влияние (h^2 , %) оказывают на длину побега, число листьев, длину листовой пластинки, на остальные признаки влияния не обнаружено. Основная доля влияния на изменчивость всех признаков приходится на остаточную дисперсию, оцениваемую здесь как индивидуальное варьирование побегов, которое составляет 64–100%.

Результаты дискриминантного анализа позволили обнаружить отличие/сходство видов боярышника по вегетативным органам, их оптимум к условиям произрастания. В табл. 5 представлены результаты количественных признаков побега, объ-

Таблица 2. Описательная статистика морфологических признаков побега и листа видов *Crataegus* в ГорБС

Признаки	Вид				<i>t</i> -критерий
	<i>C. pseudoheterophylla</i> <i>n</i> = 8		<i>C. pseudoheterophylla</i> <i>n</i> = 5		
	1700 м		1100 м		
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	
Длина побега, см	14.1 ± 1.43	28.6	6.9 ± 1.55	50.3	3.3**
Число метамеров, шт.	13.9 ± 1.13	22.9	10.2 ± 1.16	25.4	—
Диаметр побега, мм	2.1 ± 0.13	16.6	1.5 ± 0.09	13.5	3.4**
Длина черешка	1.4 ± 0.08	16.7	1 ± 0.13	30	2.8*
Длина листовой пластинки	3.2 ± 0.21	18.7	2.3 ± 0.08	7.8	3.3**
Длина листа, см	4.5 ± 0.25	15.7	3.3 ± 0.18	12.5	3.5**
Ширина листа, см	1.8 ± 0.07	10.5	1.2 ± 0.1	19.8	5.7***
Число зубцов, шт.	27.4 ± 1.56	16.1	24.2 ± 1.53	14.1	—
Число колючек	1.3 ± 0.73	164	1 ± 1	223	—
Длина колючек	0.2 ± 0.09	139	0.1	223	—
Признаки	Вид				<i>t</i> -критерий
	<i>C. rhipidophylla</i> <i>n</i> = 5		<i>C. rhipidophylla</i> <i>n</i> = 5		
	1700 м		1100 м		
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	
Длина побега, см	18.6 ± 3.38	40.7	12.2 ± 1.12	20.6	—
Число метамеров, шт.	14.4 ± 2.29	35.6	12 ± 1.22	22.8	—
Диаметр побега, мм	2.4 ± 0.23	21.6	2.5 ± 0.22	20.4	—
Длина черешка	1.4 ± 0.24	20.5	1.7 ± 0.22	29.1	—
Длина листовой пластинки	3.1 ± 0.28	20.5	3.1 ± 0.27	18.9	—
Длина листа, см	4.5 ± 0.45	22.3	4.8 ± 0.45	20.9	—
Ширина листа, см	1.6 ± 0.13	18.7	1.7 ± 0.11	15.1	—
Число зубцов, шт.	23.2 ± 1.46	14.1	31.4 ± 1.91	13.6	-3.4**
Число колючек	3.4 ± 1.6	105	0.4 ± 0.4	223	—
Длина колючек	0.3 ± 0.12	91.3	1	223	—
Признаки	Вид				<i>t</i> -критерий
	<i>C. pallasii</i> <i>n</i> = 5		<i>C. pallasii</i> <i>n</i> = 6		
	1700 м		1100 м		
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	
Длина побега, см	9.6 ± 1.62	37.8	8.6 ± 1.4	40.1	—
Число метамеров, шт.	10 ± 0.71	15.8	9.2 ± 0.54	14.5	—
Диаметр побега, мм	1.9 ± 0.1	11.9	1.7 ± 0.09	13.2	—
Длина черешка	1.6 ± 0.17	24.2	1.6 ± 0.09	13.8	—
Длина листовой пластинки	3.2 ± 0.17	12.2	2.5 ± 0.18	16.9	2.4*
Длина листа, см	4.7 ± 0.33	15.5	4.2 ± 0.25	15.1	—
Ширина листа, см	1.7 ± 0.13	16.6	1.4 ± 0.14	23.9	—
Число зубцов, шт.	31.6 ± 1.72	12.2	25 ± 2.82	27.6	—
Число колючек	2.4 ± 1.29	120	2.2 ± 0.83	94.2	—
длина колючек	0.3 ± 0.12	99.1	0.3 ± 0.1	78.4	—

Таблица 2. Окончание

Признаки	Вид				t-критерий
	<i>C. monogyna</i> n = 9		<i>C. monogyna</i> n = 8		
	1700 м		1100 м		
	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	CV %	
Длина побега, см	12.4 ± 1.17	28.5	11.7 ± 1.04	25.2	—
Число метамеров, шт.	12.7 ± 0.88	20.9	12.5 ± 0.63	14.2	—
Диаметр побега, мм	1.8 ± 0.09	15.4	2 ± 0.15	21.2	—
Длина черешка	1.1 ± 0.09	25.6	1.1 ± 0.08	20	—
Длина листовой пластинки	2.7 ± 0.16	18	2.3 ± 0.07	8.7	—
Длина листа, см	3.8 ± 0.24	19.2	3.5 ± 0.2	15.9	—
Ширина листа, см	1.9 ± 0.08	15.5	1.4 ± 0.08	17	—
Число зубцов, шт.	25 ± 0.86	10.4	27.3 ± 1.85	19.2	—
Число колючек	5.3 ± 0.74	41.9	4 ± 0.71	50	—
Длина колючек	0.5 ± 0.04	23	0.4 ± 0.06	41.9	—

Примечание: n – количество образцов; t-критерий Стьюдента (критерий существенности разности значений) * P < 0.05; ** P < 0.01; *** P < 0.001.

Таблица 3. Однофакторный дисперсионный анализ признаков годичного побега боярышника от места произрастания

Источник изменчивости	df	Признаки																			
		длина побега		число листьев		диаметр побега		длина черешка		длина листовой пластинки		длина листа		ширина листа		число зубцов		число колючек		длина колючек	
		F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %	F	h ² , %
1100 м над уровнем моря																					
А-образцы (виды)	3	3.7*	31.1	3.5*	29.8	6.4*	47.6	7.6*	52.7	6.3*	47.2	5.8*	44.7	—	—	—	—	4.6*	37.6	3.4*	28.5
Е-побеги (особи)	20	—	68.9	—	70.2	—	52.4	—	47.3	—	52.8	—	55.3	—	—	—	—	—	62.4	—	71.5
1700 м над уровнем моря																					
А-образцы (виды)	3	3.4*	26.8	—	—	3.1*	23.6	—	—	—	—	—	—	5.5*	40.7	—	—	3.7*	29.2	3.6*	28.6
Е-побеги (особи)	23	—	73.2	—	—	—	76.4	—	—	—	—	—	—	—	59.3	—	—	—	70.8	—	71.4

Примечание: df – число степеней свободы; F (критерий Фишера) * – p < 0.05; ** – <0.01; *** – p < 0.01; h² – сила влияния фактора.

единенных в группы (виды), при этом использовался вариант “Forward stepwise” с переменными, вносящими большой вклад в межгрупповые различия (Тюрин, Щеглов, 2015). Расстояние между отдельными видами и попарное сравнение ожидаемых значений Махаланобиса указывают на то, что отличия/сходства служат предварительной оценкой в межвидовом разнообразии, различающемся по

условиям места произрастания. Как видно из табл. 5, на высоте 1700 м над ур. м. расстояние Махаланобиса между видами (образцами) является значительным, следует отметить *C. rhipidophylla*, который независимо от места произрастания держит определенную дистанцию от остальных образцов. На высоте 1100 м над ур. м. расстояние Махаланобиса между видами уменьшается. Так-

Таблица 4. Двухфакторный иерархический дисперсионный анализ признаков годичного побега боярышника

Источник изменчивости	df	Признаки																			
		длина побега		число листьев		диаметр побега		длина черешка		длина листовой пластинки		длина листа		ширина листа		число зубцов		число колючек		длина колючек	
		F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$	F	$h^2, \%$
А-образцы (виды)	3	4**	15.8	3.8**	16.7	6.1***	27.9	6.4**	30.1	3.8**	13.8	4.6*	20.4	–	–	–	–	6.8***	30.1	6.4***	29.5
В-места произрастания	1	8.9**	20.2	4.3*	9.6	–	–	–	–	12.2***	26.7	–	–	13.5***	33.3	–	–	–	–	–	–
Е-побеги (особи)	47	–	64	–	73.7	–	72.1	–	69.9	–	59.5	–	79.6	–	66.7	–	–	–	69.9	–	70.5

Примечание. df – число степеней свободы; F (критерий Фишера) * – $p < 0.05$; ** – < 0.01 ; *** – $p < 0.01$; h^2 – сила влияния фактора.

Таблица 5. Расстояние между отдельными видами боярышника и их попарное значение Махаланобиса

вид	ЦЭБ (1100 м)				ГЭБ (1700 м)			
	<i>C. monogyna</i>		<i>C. pallasii</i>		<i>C. pseudoheterophylla</i>		<i>C. rhipidophylla</i>	
<i>C. monogyna</i>	0		14.1 5.6		4.6 9.9		6.3 19.7	
<i>C. pallasii</i>			0		9.5 7.6		11.6 24.7	
<i>C. pseudoheterophylla</i>					0		6.9 12.9	
<i>C. rhipidophylla</i>							0	

же надо выделить *C. pallasii*, для которого с понижением высоты над ур. м. расстояние между видами возрастает, так или иначе этот образец далеко не отделяется от группы *C. monogyna*, *C. pseudoheterophylla*.

В работе М.Д. Залибекова, А.Р. Габитовой (2019) были изучены закономерности морфогенеза вегетативных органов годичного побега сеянцев первого года, где одним из факторов изменчивости количественных признаков оказалась высота над ур. м. и были вскрыты некоторые закономерности в развитии организма.

Исследование пятилетних образцов видов боярышника в различных условиях выращивания позволили нам, аргументируя полученными статистическими показателями, зависящими от места произрастания, сделать предварительные обобщения. В целом изменчивость морфологических (количественных) признаков образцов 4 видов *Crataegus* свидетельствует о значительной доле влияния экологических факторов на изменчивость признаков годичного побега. Установлено, что с высотой над ур. м. увеличиваются приросты размерных и числовых признаков побега. Видимо, это связано с тем, что на высоте 1700 м климат характеризуется как континентальный и относится к верхней полосе встречаемости в природе боярышника в Дагестане. Вместе с тем на высоте 1100 м образцы культивируются в аридных горных условиях климата с нагорно-ксерофильной и

нагорно-степной растительностью, где в середине лета температура воздуха может достигать 44°C и где наиболее хорошо проявляются показатели изменчивости.

Проведенные статистические исследования позволяют нам определить оптимум в условиях произрастания боярышника. Как было изложено выше, *C. rhipidophylla*, *C. pallasii*, *C. monogyna* имеют не такие значительные различия в зависимости от места произрастания, как *C. pseudoheterophylla*.

C. pseudoheterophylla, образцы которого были собраны относительно недалеко от места исследований (Гунибское плато), оказался более чувствительным к условиям произрастания. Однофакторный дисперсионный анализ дал возможность выявить различия между видами в зависимости от места их произрастания, из которого следует, что более значительные различия варьирования признаков проявились на высоте 1100 м по сравнению с высотой 1700 м над ур. м. Двухфакторный дисперсионный анализ показал не только различия между видами, но и степень влияния абиотических условий на изменчивость следующих признаков (длина, диаметр побега, пластинка, ширина листа). Дискриминантный анализ позволил выявить родовые (секционные) и видовые закономерности, меру влияния абиотических факторов на различия между видами и причину этих различий.

На примере эксперимента с 4 видами боярышника из секции *Crataegus*, интродуцированных в ГорБС с использованием географических элементов и их таксономии, не вдаваясь в анализ разделения рядов в работах, опубликованных учеными ранее (Пояркова, 1939), новых публикациях (Цвелев, 2001; Зернов, 2006; Уфимов, 2013), а также в исследованиях других авторов, изучавших этот род из секции *Crataegus*, мы пришли к предварительному заключению, что *C. rhipidophylla* (*C. oxycantha*) с голарктическим географическим элементом выделен как отдельный ряд, который пришел путем эмиграции через древне-средиземноморскую флору. *C. monogyna* обосновался с северной части как средневропейский элемент, *C. pseudoheterophylla* – с восточной части евроазиатского материка как переднеазиатский элемент. *C. pallasii* из восточно-средиземноморской флоры мог сформироваться в результате естественной гибридизации с участием *C. monogyna* и *C. pseudoheterophylla*. Также надо отметить, что система определения видов *Crataegus* А.И. Поярковой (1939) оказалась более реалистична видообразованию секции *Crataegus* и ее делению на ряды. С помощью эколого-географо-морфологического метода мы пришли к заключению, что с изменением высоты над ур. м. абиотические и биотические факторы оказывают влияние не только на виды с жесткими условиями произрастания, но и на более высокие таксономические единицы. В данном случае пока данных молекулярных исследований с участием вышеперечисленных видов нет. Вопрос остается открытым.

ВЫВОДЫ

Таким образом, изученные виды *Crataegus* в ходе эколого-географического эксперимента имеют совершенно разные величины изменчивости годичного побега, обусловленные различными условиями выращивания. Изменчивость признаков у 4 видов *Crataegus* в целом свидетельствует о значительной

доле влияния высоты над ур. м. Наибольшие значения в числовом и размерном выражении имеют образцы, выращенные на высоте 1700 м над ур. м. Различия от места произрастания между видами свидетельствуют о том, что в изменчивости количественных признаков немаловажную роль играют условия произрастания образцов.

Рассматривая морфологические признаки годичного побега изученных видов боярышника, можно сделать предварительное заключение, что с повышением высоты над ур. м. межвидовые различия наиболее отчетливо проявляются. Для дальнейшего экспресс-прогноза нужно провести дополнительные исследования в области изменчивости с участием генеративной системы боярышника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Залибеков М.Д. Конспект видов рода *Crataegus* L. (*Rosaceae*) флоры Дагестана // Труды Дагестанского отделения Русского ботанического общества. 2015. Вып. 3. С. 29–32.
- Залибеков М.Д., Габимова А.Р. Виды *Crataegus* L. на начальном этапе интродукции в Горном Дагестане // *Notus botanicus* 2019. Т. 14. С. 286–297.
- Зернов А.С. Флора Северо-Западного Кавказа. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 664 с.
- Камелин Р.В. Особенности видообразования у цветковых растений // Труды Зоологического института РАН. 2009. Т. 313. № 51. С. 141–149
- Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 283 с.
- Пояркова А.И. Флора СССР. М.–Л.: Наука, 1939. Т. 9. 539 с.
- Тюрин В.В., Щеглов С.Н. Дискриминантный анализ в биологии. Краснодар, 2015. 126 с.
- Уфимов Р.А. Род боярышник *Crataegus* L. (*Rosaceae*) во флоре Восточной Европы и Кавказа: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.01. Санкт-Петербург, 2013. 23 с.
- Цвелев Н.Н. Флора Восточной Европы. СПб.: Мир и Семья, 2001. Т. 10. 670 с.

Ecological and Geographical Variability of Annual Shoots of Hawthorn in Dagestan

M. D. Zalibekov¹, * and A. R. Gabibova¹

¹Mountain Botanical Garden, Dagestan Federal Research Centre of the RAS, Gadzhiev st., 45, Makhachkala, 367000 Russia

*E-mail: marat.zalibekov@mail.ru

The paper presents the results of an ecological-geographical experiment on 4 species of hawthorn at two experimental bases of the Mountain Botanical Garden (1100 m and 1700 m a.s.l.). To identify intraspecific and interspecific variability of shoots and leaves, descriptive statistics, Student's t-test, one- and two-way ANOVA and discriminant analyses were used, for which 10 quantitative signs of the annual shoot of individuals in the virginal period were analysed. The adaptive abilities and morphological features' variability of annual shoots and leaves of hawthorn under different growing conditions were determined. At the age of five, the samples grown at an altitude of 1700 m a.s.l. have the largest average indicators values. Differences depending on the

place of cultivation were most pronounced in *C. pseudoheterophylla*, for other samples, the effect of altitude is insignificant. One- and two-factor ANOVA in a hierarchical complex made it possible to determine the difference-defining traits, as well as the degree to which the ecotope affected the variability of traits. Having considered interspecific differences/similarities in terms of shoots' and leaves' traits under different growing conditions and using discriminant analysis, we were able to draw a preliminary conclusion: subsectional differences/similarities were most clearly manifested at an altitude of 1700 m, and interspecific differences – at an altitude of 1100 m. a.s.l. The work was carried out within the unique scientific installation “The System of Experimental Bases of the Mountain Botanical Garden”.

Keywords: annual shoot, variability, quantitative traits, ecological and geographical experiment, altitudinal gradient.

REFERENCES

- Kamelin R.V., Osobennosti vidoobrazovaniya u tsvetkovykh rastenii (The peculiarities of flowering plants speciation), *Trudy Zoologicheskogo instituta RAN.*, 2009, Vol. 313, No. 51, pp. 141–149.
- Mamaev S.A., *Formy vnutrividovoi izmenchivosti drevesnykh rastenii* (Forms of intraspecific variability of woody plants), Moscow: Nauka, 1973, 282 p.
- Poyarkova A.I., *Flora SSSR* (Flora of the USSR), Moscow, Leningrad: 1939, Vol. 9, 539 p.
- Tsvelev N.N., *Flora Vostochnoi Evropy* (Flora of Eastern Europe), Saint Petersburg: Mir i Sem'ya, 2001, Vol. 10, 670 p.
- Tyurin V.V., Shcheglov S.N., *Diskriminantnyi analiz v biologii* (Discriminant analysis in biology), Krasnodar: Izd-vo KubGU, 2015, 126 p.
- Ufimov R.A., *Rod boyaryshnik Crataegus L. (Rosaceae) vo flore Vostochnoi Evropy i Kavkaza. Avtoref. diss. kand. biol. nauk* (The genus *Crataegus* L. (Rosaceae) in the flora of Eastern Europe and the Caucasus. Extended abstract of Candidate's biol. sci. thesis), Saint Petersburg, 2013, 23 p.
- Zalibekov M.D., Gabibova A.R., *Vidy Crataegus L. na nachal'nom etape introduktsii v Gornom Dagestane* (The species of *Crataegus* L. at the initial phase of introduction in the mountains of Dagestan), *Hortus botanicus*, 2019, Vol. 14, pp. 286–297.
- Zalibekov M.D., *Konspekt vidov roda Crataegus L. (Rosaceae) flory Dagestana* (Synopsis of species of the genus *Crataegus* L. (Rosaceae) of the flora of Dagestan), *Trudy Dagestanskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva*, 2015, No. 3, pp. 29–32.
- Zernov A.A., *Flora Severo-Zapadnogo Kavkaza* (Flora of the Northwestern Caucasus), Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006, 664 p.