УДК 582.734
ББК 28.588

М. В. Баханова

О некоторых особенностях полиморфизма морфологических признаков *Malus baccata* (L.) Borkh в Бурятии

В статье приведены результаты исследований по изучению полиморфизма морфологических признаков *Malus baccata* в условиях Бурятии. Многие признаки сильно варьируют внутри популяций данного вида. Уровень полиморфизма параметров листовой пластинки варьирует в основном от среднего до высокого значения коэффициента изменчивости. Среди рассматриваемых признаков плода наиболее изменчивы – масса, диаметр плода, длина плодоножки, что играет в дальнейшем важную роль при селекции и выведении новых сортов яблони. Выявлены наименее изменчивые параметры среди признаков вегетативной и генеративной сферы.

Ключевые слова: *Malus baccata*, изменчивость, коэффициент вариации, полиморфизм, особи, признаки вегетативной и генеративной сферы.

M. V. Bakhanova

Some features of the polymorphism of morphological characters of *Malus baccata* (L.) Borkh in Buryatia

This article presents the results of studies on the polymorphism of morphological characters of *Malus baccata* in Buryatia. Many of the symptoms vary greatly within populations of this species. The level of polymorphism parameters of the leaf blade varies mainly medium to high values of the coefficient of variability. Among these signs of fetal most volatile – the mass, the diameter of the fetus, the length of the stalk, which plays an important role in future in selection and breeding new apple varieties. Revealed the least variability among the traits of vegetative and generative spheres.

Key words: *Malus baccata*, variability, coefficient of variation, polymorphism, individuals, sings of vegetative and generative spheres.

Разнообразие морфологических форм, особые адаптивные характеристики, индивидуальная устойчивость к внешним воздействиям делают популяции яблони ягодной незаменимым материалом для генетиков и селекционеров, интродукторов, ресурсоведов. В связи с этим изучение эколого-биологических особенностей популяций, исследование и сохранение их уникального генофонда приобретает особую значимость.

Для исследования структуры яблони ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh) на территории Бурятии нами проводится изучение полиморфизма основных морфологических характеристик. Данные по изменчивости являются базовыми для решения целого ряда общебиологических вопросов как теоретического плана (систематика ряда видов, проблемы гибридизации), так и практической направленности (интродукция, выделение перспективных форм для их дальнейшей селекции и выведения новых сортов) [2; 4; 5].

Байкальская природная территория представляет большой научный интерес как древнейший очаг формового разнообразия яблони ягодной (*Malus baccata* (L.) Borkh). Естественные заросли яблони ягодной распространены узкими полосами в долине р. Селенги, по берегам ее проток и на многочисленных островах, на аллювиальных почвах, по механическому составу песчаных и супесчаных, иногда с примесью крупной гальки.

Целью данной работы было изучение полиморфизма морфологических признаков яблони ягодной (*M. baccata*) в условиях Бурятии. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Определить ареал яблони ягодной (*M. baccata*) в Бурятии.
2. Заложить пробные площадки в разных местах произрастания.

3. Произвести сбор данных качественных и количественных признаков в фазах цветения и плодоношения и произвести их математическую обработку.

Материалы и методы. Материалы для исследования полиморфизма морфометрических показателей яблони ягодной были собраны в 2010 г. в фазах цветения и плодоношения. Исследования проводились в естественных популяциях Селенгинского, Прибайкальского, Мухоршибирского районов в фазах цветения и плодоношения; при этом учитывались морфологические (форма кроны, цвет коры, стеблей, плодов, форма лепестков, листьев, плодов, опушенность черенка листьев и т. д.), количественные (диаметр цветка, плода, длина лепестка, листа, ширина лепестка, листьев и т. д.) признаки. Для определения изменчивости признаков плода учитывались размерные (длина плода, диаметр, масса, длина плодоножки, мм) и весовые (масса плода, г).

Взвешивание плодов производилось с помощью аналитических весов, измерение высоты и диаметра осуществлялось с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Математическая обработка выполнена с использованием программ «Microsoft Excel-2003», PAST (ver. 1.52) с использованием методов статистики. При сопоставлении полиморфизма количественных признаков в качестве меры изменчивости использовалась эмпирическая шкала, предложенная С. А. Мамаевым [3]: очень низкий CV < 7 %; низкий CV = 8–12 %;средний CV = 13–20 %; повышенный CV = 21–30 %, очень высокий CV = 31–40 %. С помощью коэффициента вариации можно судить об однородности выборки, кроме того, он является показателем фенотипической изменчивости [6]. Коэффициент корреляции Браве-Пирсона показывает уровень взаимосвязи признаков друг с другом. Достоверность коэффициента корреляции проверяли по показателям P (p – levels), значения которого оказываются идентичными t-критерию Стьюдента [6]. Силу корреляционных отношений определяли по величине коэффициента корреляции (r) и по уровню значимости корреляции (P). Уровень значимости устанавливали согласно следующим критериям: 0,001 < P < 0,01 – высокая значимая корреляция, P < 0,05 – значимая корреляция, P > 0,05 – незначимая корреляция [1].

Результаты и их обсуждение. На площадках, где нами были выявлены места произрастания яблони ягодной, ее сопутствующими видами были: черемуха обыкновенная *Padus avium* Miller., различные виды ивы *Salix* L. и таволги иволистной *Spiraea salicifolia* L., *S. media* F. Schmidt, облепиха *Hippophae rhamnoides* L., смородина двуиглая *Ribes diacantha* Pall., иногда боярышник кроваво-красный *Crataegus sanguinea* Pall. и шиповник *Rosa acicularis* Lindley. Видовой состав травяного покрова представлен в основном осокой *Carex caespitosa* L. и злаками: ковыль сибирский *Stipa sibirica* (L.) Lam., виды пырея *Agropyron* Gaertn., мятлика *Poa pratensis* L. и др. Местами преобладает разнотравье: тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L., кровохлебка лекарственная *Sanguisorba officinalis* L., герань *Geranium pratense* L. *s.str*, василистник вонючий *Thalictrum foetidum* L.; из бобовых – клевер люпиновый *Trifolium lupinaster* L., люцерна серповидная *Medicago falcate* L. и др.

Деревья яблони обычно с густой округлой кроной, иногда на открытых участках, довольно раскидистые, до 5,68 м в диаметре (табл. 1).

На площадке 2 нами обнаружены сильно ветвистые низкорослые деревца до 1,5 м высоты. Штамбы невысокие, диаметром 4…12,5 см, темно-серого цвета, с растрескивающейся и шелушащейся корой. Крона неправильной плоско-округлой формы.

На растениях, произрастающих на площадках 1, 3, 4, 5, 6, окружность штамба колеблется от 9 до 83 см; окружность средней части ствола от 30 см (у молодых) до 190 см (у старых деревьев). Кора ствола серая, с возрастом становится морщинистой, растрескивающейся. Побеги голые, тонкие, красновато-коричневого цвета. Деревья имеют довольно высокий процент солнечных ожогов – до 2,4 баллов. Меньше всего подвержены солнечным ожогам деревья с площадки 2 ст. Загустай, в 12 км от г. Гусиноозерска, рядом с заброшенным пионерским лагерем.

Таблица 1

Особенности роста и морфологические признаки деревьев M. baccata

№	Признаки	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3	Площадка 4	Площадка 5	Площадка 6
1	Высота дерева	4,057 ± 1,350	1,551 ± 0,480	3,983 ± 1,443	5,567 ± 1,1169	3,8 ± 1,777	7,544 ± 2,936
2	Диаметр дерева	4,343 ± 1,471	1,106 ± 0,292	4,35 ± 2,025	6,533 ± 1,319	2,54 ± 1,889	5,678 ± 1,589
3	Высота кроны	2,686 ± 1,422	1,259 ± 0,446	2,683 ± 1,426	4,233 ± 1,081	2,772 ± 1,842	6,162 ± 2,505
4	Окружность штамба	0,48 ± 0,137	0,092 ± 0,045	0,409 ± 0,194	0,789 ± 0,252	0,212 ± 0,163	0,832 ± 0,356
5	Степень солнечных ожогов	2,286 ± 0,267	0,412 ± 0,939	2,417 ± 0,492	2,567 ± 0,651	0,692 ± 0,925	1,944 ± 0,635

В таблице среднее значение ± стандартное отклонение

Примечание: площадка 1 – перед с. Хонхолой, Мухоршибирский район; площадка 2 – ст. Загустай, Селенгинский район; площадка 3 –между с. Нюки и с. Поперечное, Кабанский район; площадка 4 – за с. Романово, Кабанский район; площадка 5 – местность Бурлаково, Прибайкальский район; площадка 6 – местность Курдюмка, Прибайкальский район.

Как показали наши наблюдения, диаметр цветка колеблется в пределах 2,87…4,18 см. Наибольший диаметр цветка встречается на северной части кроны у деревьев с площадки 5 (местность Бурлаково) (табл. 3). Число цветков в соцветии в среднем 4–5. Длина соцветия варьирует от 2,62 до 5,20 см. Самые наибольшие показатели длины соцветия, длины лепестка, ширины лепестка были зафиксированы нами на северной части кроны у деревьев с площадки 5 (местность Бурлаково). По-видимому, это связано с близким расположением (в 150–200 м) от берега р. Селенги, достаточно сильным увлажнением почвы и большим количество осадков.

У этих же деревьев выросли самые крупные плоды шаровидной, округлой формы, самые мелкие плоды вытянутой формы встречались на растениях, произрастающих возле площадки 1 – с. Хонхолой (табл. 2).

Таблица 2

Морфологическая характеристика плодов у *M. baccata*

№	Признаки	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3	Площадка 4	Площадка 5	Площадка 6
1	Длина плодоножки, см	2,64 ± 0,621	2,041 ± 0,362	2,61 ± 0,548	2,87 ± 0,679	2,669 ± 0,477	2,561 ± 0,386
2	Высота ягоды, мм	0,41 ± 0,081	0,816 ± 0,092	0,45 ± 0,069	0,53 ± 0,079	0,571 ± 0,169	0,502 ± 0,082
3	Диаметр ягоды, мм	0,38 ± 0,089	0,691 ± 0,107	0,56 ± 0,089	0,63 ± 0,089	0,775 ± 0,231	0,632 ± 0,089
4	Масса ягоды, г	0,248 ± 0,089	0,273 ± 0,091	0,381 ± 0,113	0,439 ± 0,149	0,666 ± 0,567	0,437 ± 0,127

Примечание: площадка 1 – перед с. Хонхолой, Мухоршибирский район; площадка 2 – ст. Загустай, Селенгинский район; площадка 3 – между с. Нюки и с. Поперечное, Кабанский район; площадка 4 – за с. Романово, Кабанский район; площадка 5 – местность Бурлаково, Прибайкальский район; площадка 6 – местность Курдюмка, Прибайкальский район.

Таблица 3

Морфологическая характеристика признаков генеративных органов у *M. baccata*

№	Признаки	Площадка 1		Площадка 2		Площадка 3		Площадка 4		Площадка 5		Площадка 6	
		южная часть кроны	северная часть кроны	южная часть кроны	северная часть кроны	южная часть кроны	северная часть кроны	южная часть кроны	северная часть кроны	южная часть кроны	северная часть кроны	южная часть кроны	северная часть кроны
1	Диаметр цветка, см	3,773 ± 0,405	3,682 ± 0,767	2,941 ± 0,364	3,069 ± 0,371	3,2 ± 0,493	2,867 ± 0,585	3,863 ± 0,441	3,815 ± 0,438	3,923 ± 0,348	4,182 ± 0,408	3,653 ± 0,740	4,188 ± 0,729
2	Число цветков в соцветии, шт.	4,303 ± 0,728	4,79 ± 0,638	4,419 ± 0,860	4,696 ± 0,553	5,083 ± 0,499	4,909 ± 0,539	4,33 ± 0,784	4,155 ± 0,685	4,606 ± 0,780	4,804 ± 0,940	4,493 ± 0,964	4,617 ± 0,904
3	Длина соцветия	3,267 ± 0,451	3,253 ± 0,386	2,628 ± 0,505	2,661 ± 0,458	2,638 ± 0,376	2,988 ± 0,213	3,394 ± 0,563	3,325 ± 0,554	4,744 ± 1,841	5,201 ± 2,078	4,251 ± 1,297	4,949 ± 1,410
4	Длина лепестка	1,851 ± 0,221	1,871 ± 0,169	1,629 ± 0,329	1,419 ± 0,193	1,565 ± 0,303	1,521 ± 0,276	1,858 ± 0,219	1,873 ± 0,196	1,93 ± 0,209	2,042 ± 0,204	1,882 ± 0,341	2,08 ± 0,274
5	Ширина лепестка	1,289 ± 0,089	1,286 ± 0,166	1,112 ± 0,280	0,937 ± 0,181	1,190 ± 0,221	1,127 ± 0,245	1,325 ± 0,158	1,365 ± 0,189	1,318 ± 0,185	1,456 ± 0,222	1,304 ± 0,245	1,476 ± 0,172
6	Длина чашелистика	0,48 ± 0,089	0,604 ± 0,138	0,568 ± 0,084	0,557 ± 0,089	0,469 ± 0,082	0,5 ± 0,126	0,501 ± 0,096	0,533 ± 0,084	0,532 ± 0,079	0,571 ± 0,098	0,494 ± 0,099	0,582 ± 0,117

При исследовании было выяснено, что яблоня ягодная (*Malus baccata*) имеет большое разнообразие по форме, окраске плодов. Пришли к выводу, что плоды чаще всего имеют шаровидную, овальную форму, встречаются слегка вытянутые. Окраска плодов чаще всего красная, но встречаются плоды с желтым бочком. Вкус кисло-горький, терпкий и вяжущий.

Согласно морфологическому анализу, многие признаки сильно варьируют внутри популяций данного вида. При проведении статистической обработки данных нами были вычислены коэффициенты вариации каждого морфологического признака яблони ягодной. В результате подтверждается факт той или иной степени изменчивости (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициент внутривидовой изменчивости морфологических признаков вегетативной сферы *M. baccata* в Бурятии

№	Признак	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3	Площадка 4	Площадка 5	Площадка 6
1	Высота дерева	33,278	30,976	36,221	20,046	46,768	38,911
2	Диаметр кроны	33,864	26,431	46,543	20,196	74,405	27,998
3	Высота кроны	52,938	35,422	53,145	25,546	66,474	40,647
4	Окружность штамба	28,616	49,404	47,305	31,916	76,583	42,732

Как видно из данных табл. 4, по высоте дерева наблюдается высокий и очень высокий уровень изменчивости, за исключением растений, произрастающих на площадке 4 (с. Романово, Кабанский район) (CV > 40 %). По диаметру кроны очень высокий уровень изменчивости наблюдается у растений с площадки 5 (местность Бурлаково). По высоте кроны у деревьев, произрастающих на площадках 1, 3, 5, имеется очень высокий коэффициент изменчивости.

На рис. 1 представлены результаты по выявлению коэффициента изменчивости основных признаков листовой пластинки среди растений, произрастающих на площадках 2–6.

Уровень полиморфизма параметров листовой пластинки варьирует в основном от среднего до высокого значения коэффициента изменчивости. Интересно отметить, что коэффициент вариации по длине и ширине листа в фазе цветения находится на уровне среднего и повышенного, затем в фазе плодоношения этот показатель начинает возрастать до CV > 31 % (высокий). По длине почки наибольшие показатели коэффициента вариации (от 47,88 % до 74,47 %) нами были отмечены у растений с площадок 5 и 6 (местности Бурлаково, Курдюмка).

На рис. 2 представлены показатели внутривидовой изменчивости морфологических признаков генеративной сферы у особей *M. baccata*, произрастающих на площадках 1–6. Наибольшие показатели коэффициента вариации по длине соцветия отмечены на площадках 5 и 6. Высокие показатели коэффициента изменчивости среди признаков вегетативной и генеративной сферы у деревьев яблони ягодной можно объяснить оптимальными для вида условиями; соответственно изменчивость здесь отмечается высокая, тогда как при жестких условиях изменчивость снижается, т. к. в процессе отбора обеспечивается сохранение наиболее приспособленных к данным условиям особей.

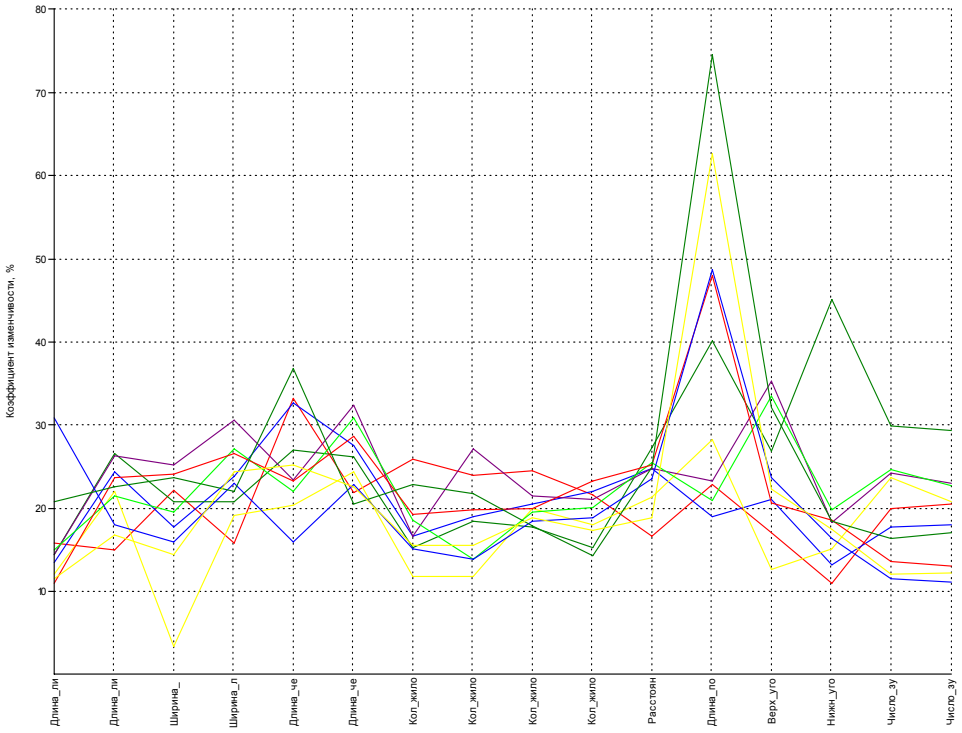

Рис. 1. Коэффициент внутривидовой изменчивости морфологических признаков вегетативной сферы *M. baccata* в Бурятии

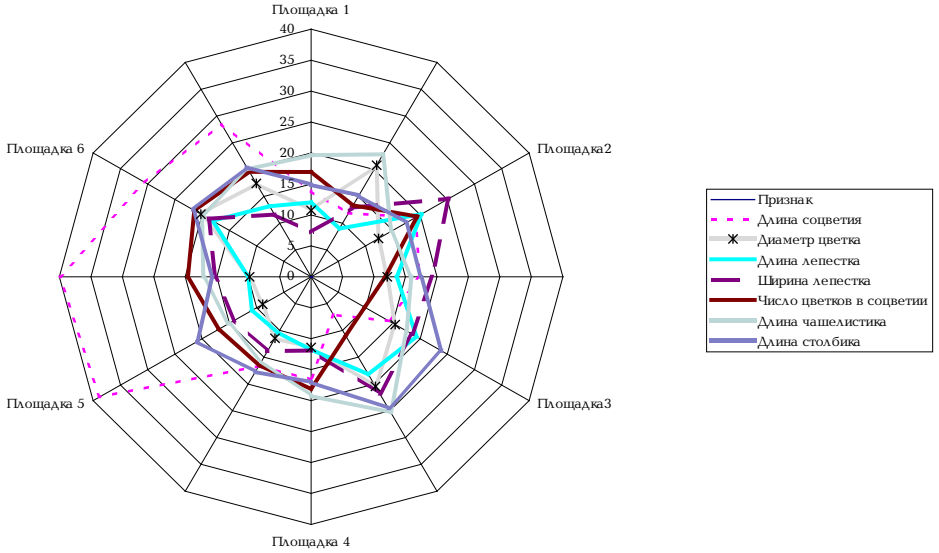

Рис. 2. Коэффициент внутривидовой изменчивости морфологических признаков генеративной сферы у особей *M. baccata*

Итак, можно отметить, что для *M. baccata* отмечены средние и высокие уровни изменчивости коэффициентов вариации, что служит свидетельством высокой гетерогенности изученных популяций.

Среди всех рассматриваемых признаков наиболее изменчивы – масса плода, диаметр плода, длина плодоножки, что играет в дальнейшем важную роль при селекции и выведении новых сортов яблони. Данные признаки характеризуются высоким уровнем

изменчивости. Как видно из рис. 3, наибольший показатель изменчивости наблюдается у растений с площадки 5 по массе плода.

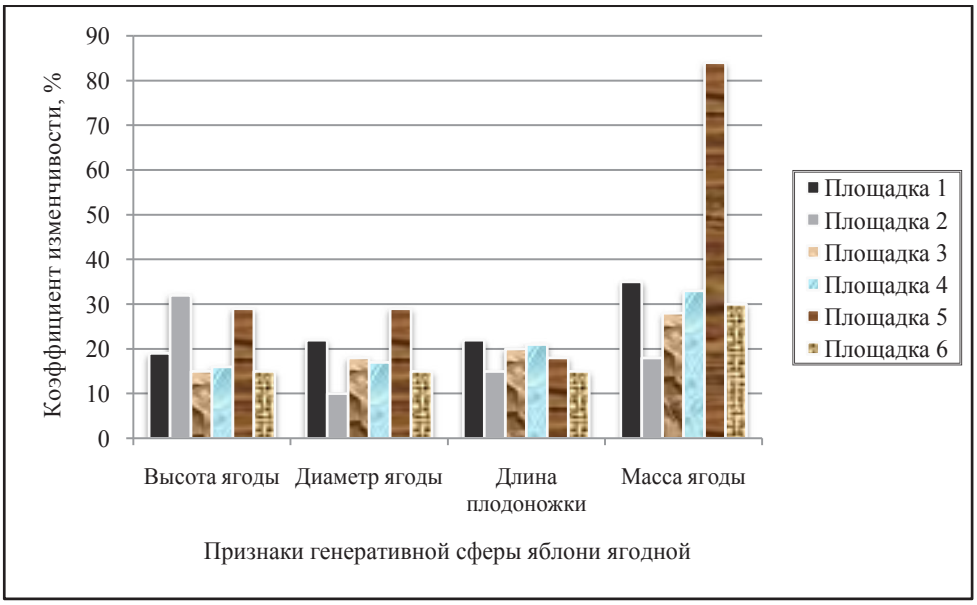

Рис. 3. Коэффициент внутривидовой изменчивости признаков генеративной сферы *M. baccata* в Бурятии

Наименее изменчивыми параметрами (CV < 20 %) среди признаков вегетативной сферы являются: количество жилок с правой и левой сторон в фазах цветения и плодоношения, нижний угол листа, число зубцов листовой пластинки. Среди признаков генеративной сферы наименьший коэффициент вариации отмечен для следующих признаков: диаметр цветка, длина и ширина лепестка, число цветков в соцветии. Эти признаки можно отнести к стабильной группе.

При выявлении корреляционных связей мы обнаружили, что прямолинейная корреляционная взаимосвязь наблюдалась между следующими признаками: «высота дерева» и «высота кроны», между числом зубцов листовой пластинки (табл. 4).

Таблица 4

Корреляция морфологических признаков у *M. baccata*

№	Признаки	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3	Площадка 4	Площадка 5	Площадка 6
1	Высота дерева и высота кроны	0,952	0,904	0,897	0,989	0,968	0,933
2	Число зубцов листовой пластинки справа и число зубцов слева	0,822–0,892	0,904–0,941	0,863–0,896	0,914–0,924	0,727–0,741	0,425–0,890

Корреляция для этих признаков достоверна, уровень достоверности составляет P = 0,001 ÷ 0,005. Среди признаков плода прямая корреляция в большинстве случаев выявлена между высотой и диаметром плода, диаметром и массой плода (табл. 5).

Таблица 5

Корреляция морфологических признаков у плодов *M. baccata*

№	Признаки	Площадка 1	Площадка 2	Площадка 3	Площадка 4	Площадка 5	Площадка 6
1	Высота / диаметр плода	0,809	0,666	0,719	-0,272	0,883	0,659
2	Высота/ длина плодоножки	-0,019	0,180	-0,03	-0,195	0,146	- 0,245
3	Высота/ масса плода	-5,88E-0,5	0,797	0,049	-0,154	0,884	0,459
4	Диаметр плода/ длина плодоножки	- 0,009	0,178	-0,119	0,142	0,123	-0,109
5	Диаметр/ масса плода	0,019	0,868	0,019	0,209	0,916	0,758
6	Длина плодоножки/ масса плода	0,041	0,166	-0,029	-0,001	0,108	-0,084

Таким образом, первоначальный анализ эколого-биологических признаков *M. baccata* подтверждает следующее: многие признаки сильно варьируют внутри популяций данного вида. Уровень полиморфизма параметров листовой пластинки варьирует в основном от среднего до высокого значения коэффициента изменчивости. Среди рассматриваемых признаков плода наиболее изменчивы – масса, диаметр плода, длина плодоножки, что играет в дальнейшем важную роль при селекции и выведении новых сортов яблони. Наименее изменчивыми параметрами (CV < 20 %) среди признаков вегетативной сферы являются: длина листа в фазе цветения, количество жилок с правой и левой сторон в фазах цветения и плодоношения, нижний угол листа, число зубцов листовой пластинки. Среди признаков генеративной сферы наименьший коэффициент вариации отмечен для следующих признаков: диаметр цветка, длина и ширина лепестка, число цветков в соцветии. Эти признаки можно отнести к стабильной группе. При выявлении корреляционных связей мы обнаружили, что прямолинейная корреляционная взаимосвязь наблюдалась между следующими признаками: «высота дерева» и «высота кроны», между числом зубцов листовой пластинки. Среди признаков плода прямая корреляция в большинстве случаев выявлена между высотой и диаметром плода, диаметром и массой плода.

Высокие показатели коэффициента изменчивости среди признаков вегетативной и генеративной сферы у деревьев яблони ягодной можно объяснить оптимальными для вида условиями. В дальнейшем полученные нами данные по изменчивости будут базовыми для решения целого ряда общебиологических вопросов как теоретического плана (систематика ряда видов, проблемы гибридизации), так и практической направленности (интродукция, выделение перспективных форм для их дальнейшей селекции и выведении новых сортов).

Список литературы

1. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Наука, 1990. 352 с.
2. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных пород. М.: Наука, 1972. 283 с.
3. Мамаев С. А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная эколого-географическая изменчивость растений. Свердловск, 1975. Вып. 94. С. 3–14.
4. Материалы по внутривидовой изменчивости и систематизации растений. Свердловск: Изд-во УФАН СССР, 1968. 100 с.
5. Потёмкин О. Н. Эколого-географическая обусловленность в эндогенной изменчивости морфологических признаков у представителей рода *Picea* A. Dietr. // Экология. 1998. № 6. С. 428–434.
6. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия, 2004. 416 с.