

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЕКОРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ МЕЖСЕКЦИОННЫХ ГИБРИДОВ ПИОНА ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

Реут А.А.

*Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук,
г. Уфа, Россия, e-mail: cvetok.79@mail.ru*

В статье представлены данные по изучению биолого-морфологических признаков 13 сортов межсекционных гибридов пиона при интродукции в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья. Проанализированы 12 количественных признаков (максимальная высота, максимальная толщина побега у самой верхней части, число ветвей от основания, длина листа у первой пазушной почки, максимальная ширина листа у первой пазушной почки, ширина бокового сегмента листа, длина цветоножки, максимальная толщина цветоножки, диаметр цветка, длина самого длинного листочка околоцветника, максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника, число плодолистиков) и 21 качественный признак (внешний вид растения, основная окраска листовой почки, основная окраска побега в период бутонизации, волнистость края листа, опушенность нижней поверхности листа, основная окраска листа, окрашивание черешка, антоциановая окраска листа, основная окраска цветоножки, раскрытие бутона, уровень махровости цветка, положение цветка, окраска цветка, вид окрашивания наружных лепестков, основная окраска пигментного пятна, аромат цветка, основная окраска тычиночной нити, основная окраска пыльников, форма стаминодиального диска, основная окраска стаминодиального диска, основная окраска рыльца). Их исследование осуществляли в соответствии с «Методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность». Изучена фенотипическая изменчивость количественных параметров. Высокая вариабельность установлена у признаков «число ветвей от основания» и «число плодолистиков», низкая – у «диаметр цветка» и «длина самого длинного листочка околоцветника». Выявлена положительная средняя связь между диаметром цветка и максимальной шириной самого длинного листочка околоцветника (0,60), максимальной толщиной цветоножки и числом плодолистиков (0,62). Отрицательная умеренная связь отмечена между длиной листа у первой пазушной почки и максимальной шириной самого длинного листочка околоцветника (-0,40). Выявленные закономерности представляют интерес для построения модели сортов пиона и использования в селекции растений.

Ключевые слова: межсекционные гибриды пиона, изменчивость, коэффициент корреляции, ботаника, интродукция.

Известно, что основными задачами научно-исследовательской работы по сохранению, поддержанию и изучению генетических коллекций, находящихся в научных учреждениях, являются сохранение биоразно-

образия и отбор наиболее адаптированных для конкретных регионов сортов декоративных культур [11].

Интерес к пионам во все времена был крайне высок, поскольку они являются долговечными и стабильно декоративными многолетними травянистыми растениями [9]. Межсекционные гибриды – самая молодая, но стремительно набирающая известность группа культиваров. Они объединили в себе лучшие качества травянистых и древовидных пионов [10]. Ито-гибриды – многолетние растения с ежегодно отмирающими стеблями. Они имеют плотную листву и кусты напоминающие по виду древовидные пионы. Цветки имеют несвойственную окраску для травянистых сортов – жёлтую и лиловую [10].

Создание генетической коллекции пионов в Южно-Уральском ботаническом саду-институте – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН) началось в 50-х годах XX века. К настоящему времени коллекционный фонд этих растений многочисленен по сортово-му разнообразию и представлен 450 образцами [7]. Из числа имеющихся культиваров в коллекции группа межсекционных гибридов представлена 20 сортами. Сортоизучение данных объектов начато с 2014 г. [8].

Целью работы было изучение основных биолого-морфологических признаков сортов межсекционных гибридов пиона в условиях Республики Башкортостан, выявление фенотипической изменчивости количественных параметров и проведение корреляционного анализа.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований стали 13 сортов пиона группы межсекционные гибриды ('Bartzella', 'Border Charm', 'Callies Memory', 'Canary Brilliants', 'Cora Louise', 'Garden Treasure', 'Going Bananas', 'Julia Rose', 'Lemon Dream', 'Old Rose Dandy', 'Pastel Splendor', 'Pink Ardour', 'Yellow Waterlily'). Исследования проводили в 2019–2021 гг. в многолетних насаждениях пионов на участке лаборатории интродукции и селекции цветочных растений ЮУБСИ УФИЦ РАН. Так как наибольшая декоративность у пионов проявляется на 4–5 году выращивания, то были отобраны для изучения растения в соответствующем возрасте, высаженные по схеме 100 × 100 см в одинаковых агротехнических условиях. Повторяемость каждого варианта опыта составила 5 особей.

Агрохимический анализ почвы показал, что содержание питательных элементов в почве и реакция почвенного раствора являются оптимальными для нормального роста и развития растений пиона (табл. 1).

Таблица 1

Содержание NPK и кислотность почвы в опытных посадках

Слой почвы, см	рН солевой вытяжки	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		легкогидролизуемый	по Чирикову	по Чирикову
<i>мг/кг</i>				
0–21	5,96	5,90	469	284
22–42	6,12	5,75	465	267

Определение морфологических признаков осуществляли в соответствии с «Методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность», утверждённой Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений [6]. Описание каждого сорта проводили по 33 признакам, включающим как количественные, так и качественные показатели (табл. 2). Известно, что качественные признаки, которые выражаются в дискретных степенях, являются очевидными и независимо выражаемыми; количественные – охватывают весь диапазон вариации от одного экстремального значения до другого [1].

Таблица 2

Основные количественные и качественные признаки пионов

№ п/п	Количественные
1	Максимальная высота, см
2	Максимальная толщина побега у самой верхней части, см
3	Число ветвей от основания, шт.
4	Длина листа у первой пазушной почки, см
5	Максимальная ширина листа у первой пазушной почки, см
6	Ширина бокового сегмента листа, см
7	Длина цветоножки, см
8	Максимальная толщина цветоножки, см
9	Диаметр цветка, см
10	Длина самого длинного листочка околоцветника, см
11	Максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника, см
12	Число плодolistиков, шт.
	Качественные
13	Внешний вид растения
14	Основная окраска листовой почки
15	Основная окраска побега в период бутонизации
16	Волнистость края листа
17	Опушённость нижней поверхности листа
18	Основная окраска листа

19	Окрашивание черешка
20	Антоциановая окраска листа
21	Основная окраска цветоножки
22	Раскрытие бутона
23	Уровень махровости цветка
24	Положение цветка
25	Окраска цветка
26	Вид окрашивания наружных лепестков
27	Основная окраска пигментного пятна
28	Аромат цветка
29	Основная окраска тычиночной нити
30	Основная окраска пыльников
31	Форма стаминодиального диска
32	Основная окраска стаминодиального диска
33	Основная окраска рыльца

Качественные признаки более жёстко контролируются генами и обладают большей устойчивостью. Вследствие этого их проявление относительно в меньшей степени зависит от колебания внешних условий окружающей среды и носит прерывный характер [4]. Количественные же признаки определяются большим числом генов и менее жёстко контролируются ими. Вследствие меньшей устойчивости и сильной зависимости от колебания условий окружающей среды их проявление носит непрерывный характер [1].

Уровень изменчивости каждого признака определяли с помощью шкалы С.А. Мамаева:

- CV < 7 % – очень низкий;
- CV 8–12 % – низкий;
- CV 13–20 % – средний;
- CV 21–30 % – повышенный;
- CV 31–40 % – высокий;
- CV > 40 % – очень высокий [5].

Статистическую обработку материала проводили методом корреляционного анализа по общепринятой методике [3].

Результаты и их обсуждение. В результате проведённого исследования выявлено, что по признаку «максимальная высота растения» 54 % исследуемых сортов относятся к категории низкие (ниже 70 см), оставшиеся 46 % – средние (70–100 см). Показано, что у 62 % культиваров побеги средней толщины (6–9 мм), у 38 % – толстые (более 9 мм). Отмечено, что все сорта имеют большое число ветвей от основания побега (более 4).

По признаку «длина листа у первой пазушной почки» примерно половина сортов (54 %) имеют лист средней длины (17–25 см), 31 % – длинный (более 25 см), 15 % – короткий (менее 17 см). Выявлено, что у 77 % культиваров лист имеет среднюю ширину (18–28 см), у 23 % – лист широкий (более 28 см). Отмечено, что у всех изученных сортов ширина бокового сегмента листа относится к категории широкий (более 3,5 см).

Показано, что 62 % сортов имеют цветоножку средней длины (5–8 см), 31 % – длинную (более 8 см), 7% – короткую (менее 5 см). По признаку «максимальная толщина цветоножки» 69 % изученных сортов имеют цветоножку средней толщины (4–6 мм), 31 % – толстую (более 6 мм).

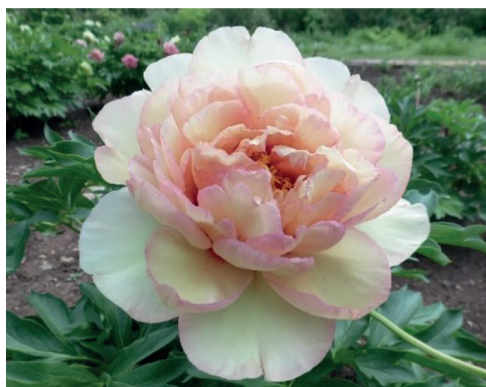
Выявлено, что 85 % культиваров имеют цветок среднего размера (14–20 см), 15 % – мелкий цветок (менее 14 см). По признаку «длина самого длинного листочка околоцветника» 54 % культиваров имеют короткий листочек (менее 7 см), 46 % – средней длины (7–11 см). По признаку «максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника» 85 % сортов имеют листочки средней ширины (5–9 см), 15 % – узкие (менее 5 см).

Показано, что 69 % сортов имеют среднее число плодолистиков (3–6 шт.), 23 % – много (более 6 шт.), 8 % – мало (менее 3 шт.).

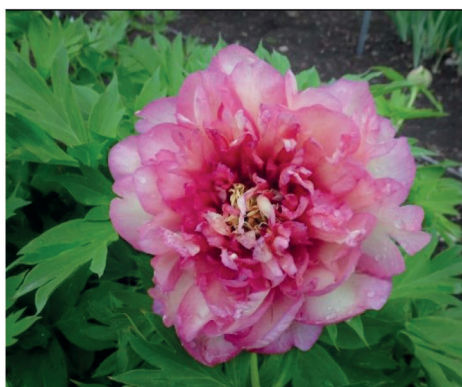
Выявлено, что по внешнему виду растения более половина культиваров (54 %) относятся к промежуточному типу, 23 % – к вертикальному, 23 % – к раскидистому. Основная окраска листовых почек сразу после отрастания у 54 % сортов красная, у 46 % – другая окраска, в основном розовая. Основная окраска побега в период бутонизации у 46 % сортов зелёная, у 31 % – бледно-жёлто-зелёная, у 23 % – другая. Волнистость края листа у 62 % наблюдается, у оставшихся 38 % – отсутствует. У 77 % сортов такой признак как «опушённость нижней поверхности листа» отсутствует, у 23 % – опушённость замечена.

У большинства культиваров (85 %) основная окраска листа – зелёная, только у 15 % – жёлто-зелёная. Примерно половина сортов (54 %) имеют окрашенный черешок листа, у оставшейся части (46 %) черешок не окрашен. У 69 % сортов антоциановая окраска черешка отсутствует, у 31 % – она наблюдается. У половины культиваров (54 %) основная окраска цветоножки является бледно-зелёной, у по 23 % – цветоножка зелёная или имеет другой оттенок. В основном раскрытие бутона у большинства сортов (69 %) быстрое, у остальных – оно медленное.

Очень важным признаком считается уровень махровости цветка. У 54 % сортов цветок является полумахровым, у 31 % – махровым и у 15 % – простым (рис. 1). Положение цветка на второй день после распускания: у 92 % сортов оно вертикальное, у 8 % – пониклое. По окраске цветка половина изученных (54 %) сортов имеют жёлтые оттенки, 38 % – розовые, 8 % – белые.



‘Callies Memory’



‘Cora Louise’



‘Going Bananas’



‘Lemon Dream’



‘Pastel Splendor’



‘Pink Ardour’

Рис. 1. Межсекционные гибриды пиона
из коллекции ЮУБСИ УФИЦ РАН

Отдельно рассматривается вид окрашивания наружных лепестков, как форма дополнительной окраски цветка. У 77 % культиваров выделяется пятно в основании лепестка, у 23 % к пятну добавляются окаймление или испещрение. Что касается основной окраски пигментного пятна, то у 69 % сортов она является красной, у 15 % – розовой, по 8 % – пурпурной или другой. Выявлено, что все сорта обладают ароматом, который варьирует от слабого до сильного.

Основной окраской тычиночной нити является: у 85 % жёлтая, у 15 % – розовая. У всех сортов основной окраской пыльников является жёлтая. По форме стаминодиального диска выявлено, что у 69 % сортов она представлена в виде «плода пальмы», у 31 % – диск раскрытый. У всех сортов основной окраской стаминодиального диска является белый цвет или кремовый. Основная окраска рыльца варьирует: у 38 % сортов она жёлтая, по 31 % – белая или розовая.

Результаты изучения фенотипической изменчивости количественных признаков межсекционных гибридов пиона представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Изменчивость количественных признаков
межсекционных гибридов пиона**

№ п/п	Признак	Средняя, M	Ошибка, m	Дисперсия, s^2	Стандартное отклонение, s	Коэфф. вариации CV, %
1	Максимальная высота, <i>см</i>	76,33	3,91	436,67	21,53	28,20
2	Максимальная толщина побега у самой верхней части, <i>мм</i>	0,92	0,03	0,03	0,17	19,44
3	Число ветвей от основания, <i>шт.</i>	18,10	1,09	35,95	5,99	33,12
4	Длина листа у первой пазушной почки, <i>см</i>	22,76	0,79	18,73	4,32	19,01
5	Максимальная ширина листа у первой пазушной почки, <i>см</i>	25,83	0,91	24,97	4,99	19,34
6	Ширина бокового сегмента листа, <i>см</i>	13,43	0,45	6,11	2,47	18,41
7	Длина цветоножки, <i>см</i>	7,66	0,37	4,29	2,07	27,04
8	Максимальная толщина цветоножки, <i>см</i>	0,57	0,02	0,01	0,11	20,45
9	Диаметр цветка, <i>см</i>	15,03	0,33	3,34	1,82	12,16

10	Длина самого длинного листочка околоцветника, <i>см</i>	6,90	0,13	0,50	0,71	10,31
11	Максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника, <i>см</i>	5,76	0,16	0,80	0,89	15,56
12	Число плодолистиков, <i>шт.</i>	5,96	0,39	4,65	2,15	36,15

Полученные данные свидетельствуют о разной степени изменчивости. Так, диаметр цветка и длина самого длинного листочка околоцветника имеют низкий уровень изменчивости; максимальная толщина побега у самой верхней части, длина и ширина листа у первой пазушной почки, ширина бокового сегмента листа, максимальная толщина цветоножки, максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника – средний; максимальная высота растения, длина цветоножки – повышенный; число ветвей от основания, число плодолистиков – высокий.

Дополнительно были проведены исследования с целью выявления силы взаимного влияния основных количественных признаков у культураров. Для изучения взаимозависимости формирования морфоструктур растений были использованы парные коэффициенты корреляции, объединённые в матрицу исходных данных, в которой сравниваются все задействованные данные. Следует отметить, что действительные коэффициенты корреляции на уровне 95 % согласно общепринятой методике [2] были сгруппированы следующим образом:

- со значением от 0,31 до 0,5 – группа коэффициентов корреляции, обозначающих умеренную степень тесноты связи между признаками;
- от 0,5 до 0,7 – группа коэффициентов корреляции средней степени тесноты связи между признаками;
- от 0,71 до 1 – группа коэффициентов корреляции, обозначающих высокую степень тесноты связи между признаками.

Основываясь на данных корреляционной матрицы, рассмотрим разные степени тесноты связи каждого количественного признака сортов пионов с остальными параметрами (табл. 4).

Выявлено, что признак «максимальная высота растения» характеризуется умеренной степенью тесноты прямой связи с признаками «длина цветоножки» (0,43) и «максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника» (0,42) и обратной связи с признаком «длина листа у первой пазушной почки» (-0,36).

Корреляционная матрица

Признаки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1,00											
2	-0,20	1,00										
3	-0,07	0,30	1,00									
4	-0,36*	0,08	0,02	1,00								
5	0,01	0,10	0,12	0,23	1,00							
6	-0,04	-0,03	-0,19	0,59**	0,44*	1,00						
7	0,43*	0,17	0,21	-0,30	-0,00	-0,25	1,00					
8	0,21	-0,11	0,08	-0,07	-0,03	-0,08	0,13	1,00				
9	0,24	-0,20	0,09	-0,31	0,05	-0,22	-0,01	0,17	1,00			
10	-0,22	0,35	0,40*	-0,03	0,20	-0,23	0,16	0,03	0,43*	1,00		
11	0,42*	0,09	0,14	-0,40*	0,07	-0,22	0,41*	0,12	0,60**	0,27	1,00	
12	0,25	-0,16	0,10	-0,31	-0,09	-0,15	0,03	0,62**	-0,01	-0,20	0,00	1,00

Примечание: * – значимо на 5%-ном уровне,
** – значимо на 1%-ном уровне

У признака «число ветвей от основания» выявлена умеренная степень тесноты прямой связи с признаком «длина самого длинного листочка околоцветника» (0,40).

Признак «длина листа у первой пазушной почки» характеризуется умеренной степенью тесноты обратной связи с признаком «максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника» (-0,40) и средней степенью тесноты прямой связи с признаком «ширина бокового сегмента листа» (0,59).

Признак «максимальная ширина листа у первой пазушной почки» характеризуется умеренной степенью тесноты прямой связи с признаком «ширина бокового сегмента листа» (0,44).

У признака «длина цветоножки» выявлена умеренная степень тесноты прямой связи с признаком «максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника» (0,41).

Признак «максимальная толщина цветоножки» характеризуется средней степенью тесноты прямой связи с признаком «число плодолистиков» (0,62).

Признак «диаметр цветка» характеризуется умеренной степенью тесноты прямой связи с признаком «длина самого длинного листочка околоцветника» (0,43) и средней степенью тесноты прямой связи с признаком «максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника» (0,60).

У признаков «максимальная толщина побега у самой верхней части», «ширина бокового сегмента листа» и «длина и ширина листочка околоцветника» достоверные коэффициенты корреляции обнаружены не были.

На основании проведённого исследования выявлено, что:

– признаки «толщина побега», «ширина бокового сегмента листа» ввиду отсутствия разных степеней тесноты связи с остальными признаками следует исключить из последующих расчётов и построения моделей;

– признаки «максимальная высота растения», «длина листа у первой пазушной почки», «максимальная толщина цветоножки», «диаметр цветка» составляют систему признаков, характеризующих репродуктивный успех растения, и при последующих расчётах и моделировании должны быть сгруппированы.

Выводы. Таким образом, изучены основные биолого-морфологические признаки межсекционных гибридов пиона, проанализирован коллекционный фонд данных представителей.

Выявлено, что значительная вариабельность по годам исследований установлена для признаков «число ветвей от основания» и «число плодолистиков». Средняя изменчивость отмечена у признаков «максимальная толщина побега у самой верхней части», «длина и ширина листа у первой пазушной почки», «ширина бокового сегмента листа», «максимальная толщина цветоножки», «максимальная ширина самого длинного листочка околоцветника».

Незначительной изменчивостью обладают признаки «диаметр цветка» и «длина самого длинного листочка околоцветника». Отбор культиваров по данным показателям будет являться наиболее эффективным.

Выявлена положительная средняя связь между диаметром цветка и максимальной шириной самого длинного листочка околоцветника (0,60), максимальной толщиной цветоножки и числом плодолистиков (0,62). Отрицательная умеренная связь отмечена между длиной листа у первой пазушной почки и максимальной шириной самого длинного листочка околоцветника (-0,40).

Результаты проведённого исследования могут быть использованы как для установления биологических закономерностей относительно взаимозависимости морфобиологических особенностей количественного характера межсекционных сортов пиона, так и для построения моделей, которые послужат селекционерам для создания новых сортов пиона с актуальными декоративными и биолого-хозяйственными особенностями.

Благодарности

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразии природных систем и биологические ресурсы России» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме АААА-А18-118011990151-7

Список литературы

1. Исакова А.Л., Бейня В.А., Базылева Н.А. Характерные и отличительные признаки, используемые для оценки ООС по методике проведения испытаний на нигеле (*Nigella L.*) // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 110-113. – ISSN 2076-5215.
2. Копань Ю.Г. Корреляционный анализ как метод оценки количественных признаков нового сортимента хризантемы садовой в условиях Южного берега Крыма // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 36-39. – ISSN 0513-1634.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
4. Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Едиториал УРСС, 2001. – 528 с. – ISBN 5-8360-0140-5.
5. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae) на Урале. – М.: Наука, 1973. – 283 с.
6. Методики испытаний на ООС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gos-sortrf.ru/metodiki-ispytaniy-na-ooos/> (дата обращения: 28.12.2021).
7. Миронова Л.Н., Реут А.А. Пионы. Коллекции Ботанического сада-института УНЦ РАН. – Уфа: Башк. энцикл., 2017. – 152 с. – ISBN 978-5-88185-349-5.
8. Миронова Л.Н., Реут А.А., Шайбаков А.Ф., Шипаева Г.В. Таксономический состав декоративных травянистых растений культурной флоры Башкирии // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2014. – № 1. – С. 43-49. – ISSN 2222-8349.
9. Мищикина Ю.Д. Культивирование ито-гибридов пионов в условиях Среднего Урала // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2017. – Вып. 63. – С. 120-127. – ISSN 2225-3068.
10. Токарева Е.А. Пионы: травянистые, древовидные, гибриды Ито: полный справочник. – М.: ООО «Фитон XXI», 2018. – С. 223-225. – ISBN 978-5-906811-59-2.
11. Шевкун А.Г. Некоторые результаты интродукции межсекционных гибридов пионов в Московской области // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 299-302. – ISSN 2073-4948.

**VARIABILITY OF DECORATIVE FEATURES
IN INTERSECTIONAL PEONY
HYBRIDS DURING INTRODUCTION**

Reut A.A.

*South-Ural Botanical Garden-Institute –
Separate Structural Subdivision of the Federal State Budgetary Scientific
Institution Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences,
Ufa, Russia, e-mail: cvetok.79@mail.ru*

The paper presents data on the study of the biological and morphological characteristics for 13 cultivars of intersectional peony hybrids when introduced in the forest-steppe zone of the Bashkir Cis-Ural. 12 quantitative characteristics have been analyzed (maximum height, maximum shoot thickness at the very top, number of branches from the base, leaf length at the first axillary bud, maximum leaf width at the first axillary bud, width of the leaf lateral segment, pedicel length, maximum pedicel thickness, flower diameter, length of the longest perianth leaflet, the maximum width of the longest perianth leaflet, the number of carpels) and 21 qualitative (appearance of the plant, the main colour of the leaf bud, the main colour of the shoot during budding, undulation of the leaf edge, pubescence of the lower surface of the leaf, the main colour of the leaf, staining of the petiole, anthocyanin colour of the leaf, the main colour of the peduncle, bud opening, level of the flower's doubleness, position of the flower, colour of the flower, type of staining of the outer petals, the main colour of the pigment spot, fragrance of the flower, the main colour of the staminate thread, the main colour of the anthers, shape of staminodial disc, the main colour of the staminodial disc, the main colour of the stigma). Their research has been carried out in accordance with the "Test methodology for distinctness, uniformity and stability". The phenotypic variability of quantitative parameters has been studied. High variability has been found for the traits «number of branches from the base» and «number of carpels», low variability – for «flower diameter» and «length of the longest perianth leaflet». A positive average relationship has been revealed between the flower diameter and the maximum width of the longest perianth leaflet (0,60), the maximum pedicel thickness and the number of carpels (0,62). A negative moderate relationship has been recorded between the leaf length at the first axillary bud and the maximum width of the longest perianth leaflet (-0,40). The revealed patterns are of interest for building up a model of peony cultivars and using them in plant breeding.

Key words: intersectional peony hybrids, variability, correlation coefficient, botany, introduction.