

О.К. Кустова

АНАЛИЗ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА *MONARDA* × *HYBRIDA* HORT.

Monarda × *hybrida hort.*, фенотипическая изменчивость, селекция

Введение

Monarda × *hybrida hort.* – эфирномасличное и декоративное растение (*Lamiaceae* Lindl.). Является гибридом двух североамериканских видов – *M. didyma* L. и *M. fistulosa* L. Объединяет в себе декоративность и аромат *M. didyma* и устойчивость к засушливым условиям, которая характерна для *M. fistulosa*. В мировой флоре насчитывается около двадцати видов рода *Monarda* L. Их родина – центральная часть Северной Америки, юг Канады и Мексика, откуда растения были завезены в Испанию. Широкое распространение монарда получила только спустя 85 лет с момента выхода книг врача Н. Монардиса, изданных в 1569 и 1580 годах [1]. В условиях культуры эти растения встречаются в европейской части России, на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке, а также в Средней Азии, Украине, Молдавии и Северном Кавказе [2, 3]. В большинстве стран Европы и Америки виды рода *Monarda* выращивают как декоративные, пряно-ароматические и лекарственные растения [4, 5]. Эфирное масло монарды гибридной обладает антисептическим, противовирусным, противосклеротическим, обезболивающим, успокаивающим свойствами.

В Донецком ботаническом саду селекционный материал *M. × hybrida* представлен отборами поколения F₁ и F₂, полученными от свободного опыления образцов, полученных из различных интродукционных пунктов. Растения проявляют разнообразие характеристик по ряду хозяйственно-ценных признаков, в том числе по окраске соцветия и листьев, морфометрическим параметрам, а также по органолептическим характеристикам растительного сырья и по устойчивости растений к условиям степной зоны [6]. Исследование фенотипической изменчивости *M. × hybrida* позволит выявить амплитуду варьирования признаков, оценить степень сходства и различия селекционных форм по всему комплексу рассмотренных признаков при свободном опылении гибридных форм.

Цель и задачи исследований

Цель исследования – анализ фенотипической изменчивости морфологических признаков генеративных и вегетативных органов селекционного материала *Monarda* × *hybrida* для повышения эффективности селекционной работы.

В ходе работы поставлены следующие задачи: дать анализ фенотипической изменчивости и определить коэффициенты дивергенции по комплексу морфометрических признаков, описать селекционные признаки; провести анализ частоты их встречаемости.

Объекты и методы исследований

Селекционный материал *M. × hybrida* в коллекции пряно-ароматических и эфирномасличных растений Донецкого ботанического сада представлен 33 отборами.

Для оценки фенотипической изменчивости *M. × hybrida* использовали комплексный подход, позволяющий провести анализ широкого набора признаков, выражающийся в расчете коэффициента дивергенции (КД) [7, 8]. Данный коэффициент демонстрирует степень различия или сходства всего комплекса признаков исследуемых вариантов сравнительно со стандартом. Исследованы параметры цветка (см) при n=20: длина чашечки, трубки венчика, верхней и нижней губы венчика, ширина нижней губы венчика. В качестве контроля

© Кустова О.К.

использовали образец № п/п 3-3 (в таблице 1), признаки которого являются типичными для *M. × hybrida*. Оценку отклонения значений признаков вариантов выборки от стандарта проводили посредством критерия Стьюдента [9].

Описание 22 селекционных признаков проводили согласно оригинальной методике проведения экспертизы сортов *M. × hybrida* [10]. Все признаки разбили на две группы по частоте встречаемости относительно всей выборки: на наиболее широко представленные (более 50%) и реже встречающиеся (менее 50 %) в данном селекционном материале.

Результаты исследований и их обсуждение

Селекционные формы *M. × hybrida* отличаются разнообразием окраски венчика, размерами, формой и окраской листовой пластинки, высотой побегов, сроками вступления растений в генеративную фазу [10, 11]. Исследование фенотипа цветков позволило выявить дополнительные селекционные признаки. Так, наибольшая вариабельность морфометрических показателей выявлена у нижней губы венчика (рис. 1). Растения с большими значениями параметров цветков являются наиболее декоративными. В таблице 1 выборочно представлены селекционные формы, параметры цветков которых преобладают над контролем по большинству позиций.

Значения КД, полученные в ходе анализа морфометрических признаков цветков, включают данные об изменчивости признаков относительно контроля в точке 0, в том числе и с отклонениями в сторону уменьшения параметров (рис. 2). При этом увеличение КД (более 50%) демонстрирует степень различия по всему комплексу исследуемых признаков вариантов, а уменьшение – степень их сходства.



Рис. 1. Селекционные формы *Monarda × hybrida hort.* (а – 7-4, б – 11-3): соцветие, фрагмент побега, цветок, нижняя губа венчика
Fig. 1. Breeding forms of *Monarda × hybrida hort.* (а – 7-4, б – 11-3): inflorescence, shoot fragment, flower, corolla labium

Так, наибольшую изменчивость признаков цветка показали кандидат в сорта ‘Розовый мотылек’ (№2 на рис. 2) и селекционные формы: 2-2 (№4), 2-4 (№10), 3-4 (№11), 5-4 (№13), 1-5 (№14), 2-5 (№15), 3-5 (№16), 5-5 (№18), 11-3 (№19), 7-4 (№20), 1-6 (№21), 2-6 (№22), 10а-7 (№23), 10б-7 (№24), 10в-7 (№25), 11а-10 (№26), 11б-10 (№27), 1-1 (№29), 33в-2 (№32).

Что касается селекционных признаков вегетативных органов *M. × hybrida*, то наблюдали следующее преобладание по частоте их встречаемости. Это – средние по высоте (от 70 до 80 см) и диаметру растения, реже – невысокие (до 50 см) и узкие. По габитусу – компактные растения и полураскидистые, по степени ветвления – среднее и сильное. По

характеристике листа чаще встречается длинная (более 6 см), средняя или узкая по ширине пластинка, яйцевидно-ланцетная (табл. 2)

Таблица 1. Морфометрические параметры цветков селекционных форм *Monarda × hybrida hort.*

№ п/п	Селекционные формы	Высота чашечки, см	Венчик, см:			
			длина трубки	длина верхней губы	длина нижней губы	ширина нижней губы
4	2-2	0,95±0,02*	1,82±0,03*	1,22±0,01*	1,47±0,02*	0,66±0,01*
5	3-2	0,83±0,02*	1,69±0,04	1,23±0,02*	1,51±0,01*	0,60±0,02*
14	1-5	0,87±0,01*	1,46±0,02*	1,25±0,02*	1,47±0,02*	0,64±0,01*
17	4-5	0,83±0,01*	1,43±0,04*	1,11±0,02	1,34±0,02*	0,66±0,01*
29	11-3	0,92±0,01*	1,23±0,02*	1,25±0,02*	1,44±0,01*	0,66±0,01*
20	7-4	0,92±0,01*	1,69±0,03	1,27±0,01*	1,54±0,02*	0,67±0,01*
23	10а-7	0,85±0,02*	1,59±0,03	1,17±0,03*	1,34±0,02*	0,58±0,01*
24	10б-7	0,89±0,01*	1,34±0,05*	1,28±0,03*	1,45±0,01*	0,53±0,01
25	10в-7	1,02±0,02*	2,02±0,02*	1,36±0,02*	1,64±0,02*	0,46±0,01*
26	11а-10	0,97±0,01*	1,82±0,08	1,24±0,02*	1,56±0,01*	0,62±0,01*
31	33б-2	0,81±0,01*	1,78±0,01*	1,19±0,01*	1,42±0,01*	0,58±0,01*
32	33в-2	0,88±0,01*	1,65±0,02	1,28±0,01*	1,59±0,03*	0,56±0,02
33	контроль	0,76±0,01	1,66±0,03	1,04±0,02	1,27±0,01	0,50±0,01
M±m		0,85±0,01	1,58±0,03	1,13±0,02	1,31±0,03	0,54±0,01
Min – Max		0,70– 1,02	1,20– 2,02	0,91– 1,40	1,05– 1,64	0,42– 0,67
Cv, %		9,5	11,7	11,0	14,3	13,8

Примечание: M±m – средняя арифметическая и ее ошибка по данным всей выборки (№ п/п: 1-33), Min – Max – минимальное и максимальное средние арифметические значения, Cv – коэффициент вариабельности, * – при сравнении с контролем различие достоверно при P≥ 1 %

Выявили преобладание отдельных селекционных признаков генеративных органов *M. × hybrida* по частоте встречаемости. Так, среди селекционного материала преобладают растения с малым (менее 5 см) и средним (5–6 см) диаметром соцветия, реже – с крупными соцветиями (более 6 см). На побеге чаще формируется три соцветия, реже – менее трех, еще реже – более трех соцветий. Преобладают цветки с коротким венчиком (менее 2,8 см) и средним (2,9–3,4 см). Невысокий процент составляют селекционные формы с длинным – более 3,5 см венчиком.

Среди сеянцев, полученных от свободного опыления, встречается большое количество особей с неярко окрашенной венчика фиолетовых и розовых оттенков. Рассмотренные в работе селекционные формы имеют преимущественно яркую и темную интенсивность окрашивания цветков, что явилось результатом целенаправленного отбора. Цветение по срокам чаще всего раннее и среднее. Позднецветущих растений не наблюдали как в исходной популяции, так и среди наших отборов.

Проведенное исследование позволило выявить признаки, наследуемые при свободном опылении *M. × hybrida*, которые чаще встречаются в комплексе селекционно-ценных признаков. Так, для растений с компактным и полураскидистым габитусом характерны средние параметры высоты и ширины «куста» со средней степенью ветвления стеблей; лист яйцевидно-ланцетной формы, средний или длинный, средний по ширине и длине черешка, средней насыщенности зеленой окраски. Прицветные листья яйцевидной формы – короткие и средние по ширине. При диаметре соцветия менее 5 см количество соцветий на побеге

более трех и длина венчика короткая – менее 2,8 см. У растений с диаметром соцветий более 6 см на побегах формируется всего 1-2 соцветия, а длина венчика может достигать более 3,5 см.

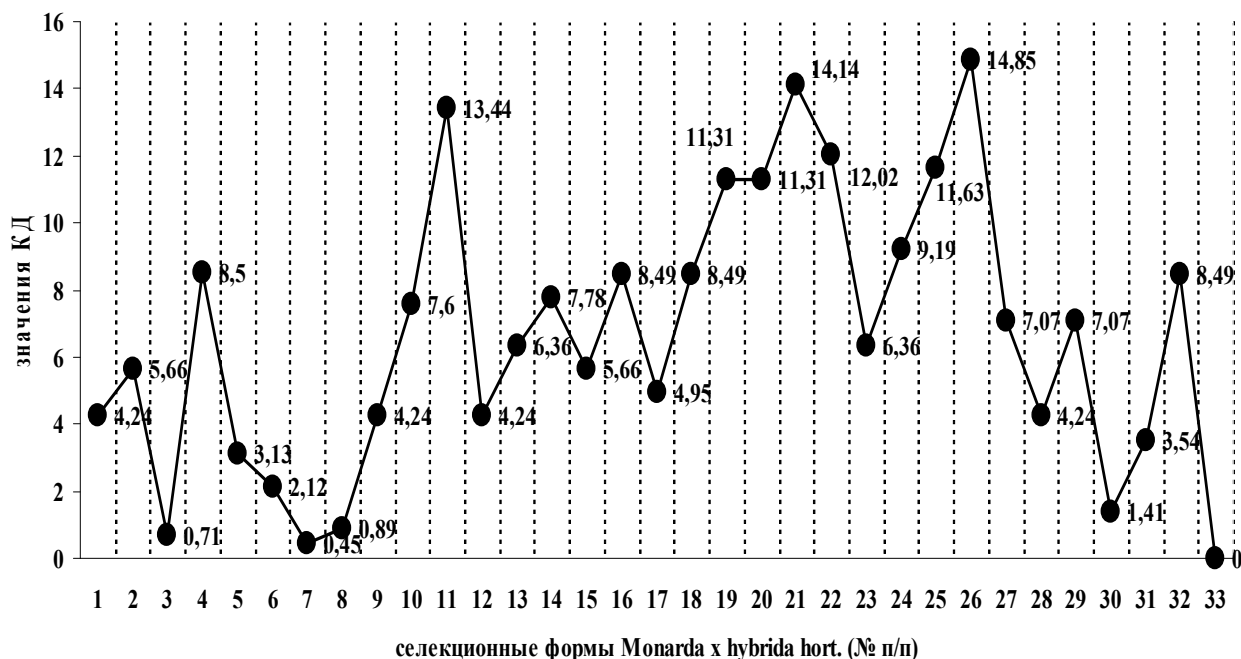


Рис. 2. Коэффициент дивергенции (КД, %) морфометрических параметров цветков селекционных форм *Monarda × hybrida hort.*

Fig. 2. Divergence coefficient (%) of flower morphometric parameters in *Monarda × hybrida hort.* breeding forms

Таблица 2. Частота встречаемости вариантов селекционных признаков в исследуемой популяции *Monarda × hybrida hort.*

Селекционный признак	ЧВ, %	Селекционный признак	ЧВ, %
1	2	3	4
<i>Высота растения, см:</i>		<i>Ширина «куста», см:</i>	
- низкая (<70);	3	- узкая (<30);	15,2
- средняя (70–80);	66,7	- средняя (30–50);	63,6
- высокая (> 80)	30,3	- широкая (> 50)	21,2
<i>Габитус:</i>		<i>Ветвление стебля:</i>	
- компактный;	45,5	- слабое (0–1);	27,3
- полураскидистый;	45,5	- среднее (2–3);	36,4
- раскидистый	9,1	- сильное (более 3)	36,4
<i>Прикрепление нижних веток:</i>		<i>Опушение побегов:</i>	
- высокое;	66,7	- слабое;	0
- среднее;	18,2	- умеренное;	97
- низкое	15,2	- сильное	3
<i>Ширина листа, см:</i>		<i>Форма листа:</i>	
- узкая (< 3,0);	36,4	- узколанцетная;	30,3
- средняя; (3,0–4,0);	48,5	- широколанцетная;	15,2
- широкая (> 4,0)	15,2	- яйцевидно-ланцетная	54,5

1	2	3	4
Интенсивность окраски листа: - светлая; - средняя; - темная	21,2 48,5 30,3	Длина черешка листа, см: - короткая (< 0,5); - средняя (0,6–1,0); - длинная (> 1,1)	3 42,4 54,5
Окрашивание стебля: - среднее; - сильное; - очень сильное	78,5 21,5 0	Длина листа, см: - короткая (< 5,0); - средняя (5,0–6,0); - длинная (> 6,0)	0 30,3 69,7
Длина прицветников, см: - короткая (< 2,6); - средняя (2,7–3,5); - длинная (> 3,8)	69,7 30,3 0	Ширина прицветников, см: - узкая (< 1,1); - средняя (1,2–1,5); - широкая (> 1,6)	39,4 48,5 12,1
Форма прицветников: - ланцетная; - яйцевидная; - яйцевидно-ланцетная	39,4 42,4 18,2	Окрашивание прицветников: - среднее; - сильное; - очень сильное	60,6 21,2 9,1
Диаметр соцветия, см: - небольшой (<5); - средний (5–6); - большой (>6)	48,5 45,5 9,1	Количество соцветий, шт.: - небольшое (<3); - среднее (3); - много (>3)	36,4 51,5 12,1
Период массового цветения: - ранний (2 декада июня); - средний (3 декада июня); - поздний (2 декада июля)	66,7 33,3 0	Длина венчика, см: - короткая (< 2,8); - средняя (2,9–3,4); - длинная (> 3,5)	51,5 42,4 6,1
Окраска цветка: - розовая; - красная; - фиолетовая	42,4 0 57,6	Интенсивность окраски цветка: - бледная; - яркая; - темная	24,2 51,5 24,2

Примечание. ЧВ – частота встречаемости признака

Выводы

По результатам изучения фенотипической изменчивости генеративных и вегетативных органов селекционного материала *M. × hybrida*, полученного при свободном опылении, выявлены морфологические признаки с широкой амплитудой варьирования: длина трубки венчика, верхней и нижней губы венчика, ширина нижней губы венчика. Выявлены селекционные формы, характеризующиеся высокой дивергенцией комплекса признаков. Выделено соотношение селекционных признаков в популяции. Так, редко встречающиеся признаки – низкая высота растений, короткая и широкая листовая пластинка; поздние сроки цветения; крупные соцветия (более 6 см); более трех соцветий на стебле; красные оттенки цветков; длинный (более 3,5 см) венчик и др.

Данный анализ дает возможность оценить проявление тех или иных признаков при проведении селекционной работы и повысить ее эффективность при отборе кандидатов в сорта *M. × hybrida*.

1. **Высочина Г.Л.** Пчелиный бальзам, индейское перо, монарда // Наука в Сибири. 1977. N 11. С. 1–8.
Vysochina G.L. Pchelinyy balzam, indeyskoe pero, monarda [Bee Balm, Indian Feather, Oswego Tea] // Nauka v Sibiri [Research in Siberia]. 1977. N 11. P. 1–8.

2. **Балобас Г.Н., Буйко Р.А., Гращенков Л.А.** Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений. М.; Л.: Наука. 1965. 424 с.
Valobas G.N., Buiyko R.A., Grashchenkov L.A. Introduktsiya lekarstvennykh, aromaticeskikh i tekhnicheskikh rasteniy [Introduction of medicinal, aromatic and technical plants]. Moscow, Leningrad: Nauka. 1965. 424 p.
3. **Опарин Р.В., Покровский Л.М., Высочина Г.И.** Исследование химического состава эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и *Monarda dydima* L., культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2000. N 3. С. 19–24.
Oparin R.V., Pokrovskiy L.M., Vysochina G.I. Issledovanie khimicheskogo sostava efirnogo masla *Monarda fistulosa* L. i *Monarda dydima* L., kultiviruemykh v usloviyakh Zapadnoy Sibiri [Chemical composition research on essential oil of *Monarda fistulosa* L. i *Monarda dydima* L., grown in conditions of west Siberia] // Khimiya rastitelnogo syrya. 2000. N 3. P. 19–24.
4. **Scora R.W.** Interspecific relationships in botany // University of California publication in botany. 1967. Vol. 41. P. 1–71.
5. **Uphof J.C.** The Dictionary of Economic Plants. New-York, 1968. 591 p.
6. **Горлачева З.С.** К вопросу об идентификации вида при интродукции на примере видов рода *Monarda* L. // Бюл. Никит. ботан. сада. 2009. Вып. 98. С. 17–21.
Gorlacheva Z.S. K voprosu ob identifikatsii vida pri introduktsii na primere vidov roda *Monarda* L. [The question of species identification on the example of species of the *Monarda* L.] // Byul. Nikit. botan. sada. 2009. N 98. P. 17–21.
7. **Мамаев С.А.** Основные принципы методики исследования древесных растений // Тр. ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. 1975. Вып. 94. С. 3–24.
Mamaev S.A. Osnovnye printsipy metodiki issledovaniya drevesnykh rasteniy [The essence of the tree research techniques] / Tr. in-ta ekologii rasteniy i zhyvotnykh UNTS AN SSSR. 1975. N 94. P. 3–24.
8. **Шмидт В.М.** Математические методы в ботанике. Л.: Изд-во Ленингр. н-та, 1984. 288 с.
Shmidt V.M. Matematicheskie metody v botanike [Mathematical methods for botany]. L.: Izd-vo Leningr. un-ta, 1984. 288 p.
9. **Зайцев Г.Н.** Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
Zaytsev G.N. Matematicheskiy analiz biologicheskikh dannykh [Mathematical analysis of biological data]. M.: Nauka, 1991. 184 p.
10. **Методика проведення експертизи сортів монарди гібридної *Monarda × hybrida hort* на відмінність, однорідність та стабільність** / З.С. Горлачова, О.К. Кустова // Охорона прав на сорти рослин: офіц. бюл. К.: ПП «Видавництво «Фенікс», 2011. Вип. 2, ч.3. С.54–64.
Metodika provedennya ekspertizi sortiv monardi gibridnoy *Monarda × hybrida hort* na vidminnist, odnoridnist ta stabilnist [Methodology of the breeding inspection of *Monarda × hybrida hort* varieties for distinction, uniformity and stability] / Z.S. Gorlachova, O.K. Kustova // Okhorona prav na sorti roslin: ofits. byul. K.: Feniks, 2011. N 2 (3). P. 54–64.
11. **Глухов А.З., Горлачева З.С., Кустова О.К.** Эфирномасличные и пряно-ароматические растения (интродукция, адаптивная стратегия, оценка перспективности выращивания). Донецк: Восток–Пресс–Плюс. 2013. 238 с.
Glukhov A.Z., Gorlacheva Z.S., Kustova O.K. Efirnomaslichnye i pryano-aromaticheskie rasteniya (introduktsiya, adaptivnaya strategiya, otsenka perspektivnosti vyrashchivaniya). [Essential oil and spice-aromatic plants (introduction, adaptive strategies, cultivation prospects)]. Donetsk: Vostok-Press-Plyus. 2013. 238 p.

УДК 581.522.4:631.52:633.8(477.62)

АНАЛИЗ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
MONARDA × *HYBRIDA* HORT.

О.К. Кустова

ГУ «Донецкий ботанический сад»

Дан анализ фенотипической изменчивости генеративных и вегетативных органов селекционных форм *Monarda* × *hybrida* hort., полученных при свободном опылении. Выявлены формы, демонстрирующие дивергенцию признаков в пределах фенофона. Определена частота встречаемости ценных признаков, что дает возможность повысить эффективность селекционной работы.

Ключевые слова: *Monarda* × *hybrida* hort., фенотипическая изменчивость, селекция

UDC 581.522.4:631.52:633.8(477.62)

AN ANALYSIS OF THE PHENOTYPICAL VARIABILITY OF BREEDING MATERIAL OF
MONARDA × *HYBRIDA* HORT.

O.K. Kustova

Public Institution «Donetsk Botanical Garden»

The paper analyses phenotypic variability of generative and vegetative organs in free-pollinated breeding forms of *Monarda* × *hybrida* hort. This study allowed us to select forms showing divergence of characters within the scope of phenologic stock. The frequency of valuable traits' occurrence was determined in the course this study that implies raising efficiency of breeding.

Key words: *Monarda* × *hybrida* hort., phenotypical variability, breeding