

Чернявских В.И., Думачева Е.В., Бойко Е.С.

ИЗУЧЕНИЕ МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ *PHACELIA TANACETIFOLIA* BENTH. КАК КРИТЕРИЕВ ОТЛИЧИМОСТИ, ОДНОРОДНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ

Фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) – широко распространенная медоносная, декоративная, кормовая и сидеральная культура. Долгое время селекционную работу с фацелией затрудняло отсутствие методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (ООС). На основе генетической коллекции Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ» по 23 морфо-биологическим признакам были изучены шесть сортов фацелии отечественной селекции: *Рязанская*, *Ульяновская местная*, *Услава*, *Наталия*, *Радуга*, *Милица*. В 2017 году практически одновременно был утвержден Международный стандарт, включавший тринадцать морфологических признаков, и завершена работа над проектом национального стандарта, в который вошли шестнадцать критериев. В связи с этим возникла необходимость провести изучение морфо-биологических признаков растений фацелии как критериев оценки ООС, выбрать признаки с низкой степенью варьирования, а также определить эталоны для оценки степени выраженности признаков среди сортов отечественной селекции. В результате по каждому из признаков были составлены ранжированные ряды и определены пределы их вариационной изменчивости. Установлено, что тринадцать морфологических критериев, определенных международным стандартом, имеют достаточно низкую степень варьирования. Предложено к международным критериям добавить еще три устойчивых морфологических признака: опушение стебля, разветвление стебля, опушение листовой пластинки. В итоге разработанная и представленная на утверждение в Госсорткомиссию РФ методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность сортов *Ph. tanacetifolia* Benth. содержит 16 апробационных критериев и в качестве эталонов степени выраженности признаков в нее введены пять включённых в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию сортов отечественной селекции.

Ключевые слова: селекция; *Phacelia tanacetifolia* Benth.; критерии отличимости, однородности, стабильности; морфо-биологические признаки; сорта фацелии *Рязанская*, *Услава*, *Наталия*, *Радуга*, *Милица*.

Введение. Фацелия пижмолистная (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) – медоносная и декоративная культура, широко распространенная в европейской части России и Предкавказье. Урожайность зеленой массы *Ph. tanacetifolia* Benth. колеблется от 160,3 до 341,0 ц/га, сбор сухого вещества – от 34,48 до 42,19 ц/га. Содержание основных питательных веществ составляет: 17,97-21,84 % белков, 2,18-2,88 % жиров, 39,85-42,54 % растворимых углеводов. Медопродуктивность культуры в среднем может достигать 250-500 кг/га. Используют фацелию также в качестве сидеральной культуры. Доказано, что ее выращивание в полевых, кормовых и специальных севооборотах повышает почвенное плодородие, способствует улучшению физических и химических свойств почвы [1, 2].

Однако селекционная работа с этой ценной культурой, как в России, так и в мире ведется недостаточно активно. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, на начало 2018 года включены лишь шесть сортов, выведенных в период с 1967 по 2018 гг.

В определенной степени затрудняло селекционную работу отсутствие до последнего времени методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность (ООС). Наличие утвержденных критериев ООС позволяет решать не только вопросы, связанные с поддержанием сортовой чистоты и идентичности культуры, но также – с охраноспособностью селекционных достижений. Морфологические признаки (критерии), которые выбираются в качестве апробационных, должны обеспечивать надежное опознание (идентификацию) каждого растения конкретного сорта, его отличие по комплексу морфологических признаков от растений других сортов (гибридов, линий) данной культуры [3, 4].

В 2017 году практически одновременно Международным союзом по охране новых сортов растений (УПОВ) была утверждена методика по проведению испытаний на отличимость,

однородность и стабильность, включавшая тринадцать морфологических признаков, и завершена работа над проектом национального стандарта, в который вошли шестнадцать критериев [1, 5]. В связи с этим возникла необходимость провести изучение морфо-биологических признаков растений фацелии как критериев оценки ООС, выбрать признаки с низкой степенью варьирования, а также определить эталоны для оценки степени выраженности признаков среди сортов отечественной селекции.

Цель исследования. Целью исследований было изучение морфо-биологических признаков растений фацелии как критериев оценки ООС, а также поиск эталонов для оценки степени выраженности признаков среди сортов отечественной селекции.

Материал и методика. Селекционная работа с фацелией пижмолистной ведется на базе Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ» с 2003 года. В 2018 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включен сорт фацелии Милица (в исследованиях сорт участвовал под селекционным номером ИОФ 08/10).

Опыты по изучению морфо-биологических признаков фацелии проводили в 2015-2017 гг. на базе коллекции Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ». Изучали сорта: *Рязанская*, *Ульяновская местная*, *Улада*, *Наталья*, *Радуга*, *Милица*. Методология исследований основана на концепции формирования на юге Среднерусской возвышенности вторичного антропогенного микрогенцентра формообразования отдельных синантропных видов растений [1]. Методической основой работы послужили документы RTG/01/3 и TG/319/1 [5, 6].

Для изучения и оценки были выбраны 23 морфо-биологических признака фацелии, предложенные в качестве критериев апробации зарубежными и отечественными исследователями [1, 2, 5, 7-9]. Результаты анализировали в соответствии с правилами для перекрестно-опыляемых сортов, как указано в «Общем введении по испытанию на отличимость, однородность и стабильность и составлению описаний» [6].

Полевые и лабораторные исследования, учеты и статистическую обработку полученных данных проводили согласно стандартным методикам [2, 10].

Результаты и их обсуждение. Селекционерам хорошо известно, что идентификация сортов должна быть основана на комплексе признаков, имеющих стабильное фенотипическое проявление независимо от условий внешней среды. Однако полностью избежать этого не удастся, поэтому часть морфологических признаков, которые в системе UPOV чаще всего используются в качестве апробационных, характеризуются высокой вариабельностью в зависимости от условий внешней среды [3, 4].

В результате проведенных трехлетних испытаний по каждому из выбранных для изучения двадцати трех морфо-биологических признаков фацелии были составлены ранжированные ряды и определена степень их варьирования.

Установлено, что тринадцать морфологических критериев, определенных международным стандартом, имеют достаточно низкую степень варьирования: от нуля (признак плоидности) до $C_v=42,9\%$ (высота стебля).

Выявлены 3 дополнительных устойчивых признака с достаточно низкой степенью варьирования: опушение стебля ($C_v=15,3-22,1\%$); разветвление стебля ($C_v=16,9-17,4\%$); опушение листовой пластинки ($C_v=11,58-26,56\%$).

Такие признаки, как высота растения в начале развития, габитус растения, интенсивность зеленой окраски стебля, антоциановая окраска стебля, диаметр стебля, степень расчлененности листовой пластинки и время цветения сорта имели наибольшие коэффициенты вариации ($C_v=67,89-96,52\%$). В связи с этим они не были предложены для включения в методику ООС. Учитывая высокую степень их варьирования, данные признаки можно рекомендовать как критерии для проведения селекционных отборов по различным качественным показателям.

Минимальную степень варьирования в пределах каждого исследованного сорта имели признаки группирования сортов:

- 1) плоидность ($C_v=0$);
- 2) время начала цветения ($C_v=15,6-23,8\%$);
- 3) растение: высота ($C_v=14,3-34,5\%$);
- 4) цветок: окраска венчика ($C_v=2,46-3,14\%$).

Шестнадцать признаков, которые были включены в окончательный вариант методики оценки отличимости, однородности и стабильности, степень их выраженности, а также сорта-эталон отечественной селекции, приведены в табл. 1.

Отметка (*) указывает на то, что данный признак следует отмечать каждый вегетационный период для оценки всех сортов и всегда включать в описание сорта, за исключением случаев, когда степень выраженности предыдущего признака указывает на его отсутствие, или когда условия окружающей среды делают это невозможным. Отметка (+) означает, что описание признака сопровождается в методике дополнительными объяснениями и (или) иллюстрациями.

Таблица 1 – Таблица признаков

NN UPOV		Признак	Порядок учёта	Индекс	Степень выраженности	Сорт-эталон
1		2	3	4	5	6
1. (*)(+) QL	1. (*)(+) QL	Плоидность	VG	2	диплоид	Amerigo, Lisette, Ока, Wolga
				4	тетраплоид	
2. QN	2. QN	Лист: интенсивность зелёной окраски	VG 35-39	1	светлая	Радуга
				2	средняя	Lisette, Милица
				3	тёмная	Balo, Рязанская
3. (*)(+) QN	3. (*)(+) QN	Растение: время начала цветения	MG	3	раннее	Barcelia, Lilla, Рязанская
				5	среднее	Amerigo, Anabela, Милица
				7	позднее	Beehappy, Наталия
4. (*)(+) QN	4. (*)(+) QN	Растение: высота	VG 62-65	1	низкое	Asta, Рязанская
				2	средней высоты	Anabela, Lilla, Natra, Милица
				3	высокое	Balo, Mira, Stala, Наталия
5. (*)(+) QN	5. (*)(+) QN	Лист: длина	MS/VG 62-65	1	короткая	Astra, Atara, Balo
				2	средней длины	Anabela, Vetrovska, Милица
				3	длинная	Amerigo, Наталия
6. (*)(+) QN	6. (*)(+) QN	Лист: ширина	MS/VG 62-65	1	узкий	Natra
				2	средней ширины	Beehappy, Boratus, Милица
				3	широкий	Anabela, Наталия
7. (*)(+) QN	7. (*)(+) QN	Лист: антоциановая окраска	VG 62-65	1	отсутствует или слабая	Lilla, Милица
				2	средняя	Lisette
				3	сильная	Factotum
	8. QN	Лист: опушение	VG 62-65	3	слабое	Наталия
				5	среднее	Милица
				7	сильное	Рязанская
8. (*) PQ	9. (*) PQ	Цветок: окраска	VG 62-65	1	белый	Blanca, Balo
				2	сине-фиолетовый	Angelia, Услава, Camelia
				3	красно-фиолетовый	
				4	другой	
9. (*) QN	10. (*) QN	Стебель: длина, включая соцветие	MS/VG 75-78	1	короткий	Рязанская
				3	средней длины	Vega, Camelia, Милица
				5	длинный	Wolga
	11. QN	Стебель: опушение	VG 75-78	3	слабое	Услава
				5	среднее	Милица
				7	сильное	Наталия
	12. (*)(+) QN	Стебель: разветвление	MS 75-78	3	слабое	Радуга
				5	среднее	Милица
				7	сильное	Рязанская

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	
10. (*)(+) QN	13. (*)(+) QN	Соцветие: длина	MS/VG 75-78	1	короткое	Oka, Wolga, Рязанская
				3	средней длины	Vetrovska, Милица
				5	длинное	Barcelia, Наталия
11. (*)(+) QN	14. (*)(+) QN	Соцветие: количество завитков	VG 75-78	1	малое	Boratus
				3	среднее количество	Angelia, Oka
				5	большое	Amerigo, Meva
12. QN	15. QN	Масса 1000 семян	MG 89	3	низкая	Lilla
				5	средняя	Vetrovska
				7	высокая	Anabela, Милица
13. QN	16. QN	Семена: интенсивность коричневой окраски	VG 89	1	светлая	Amerigo, Anabela, Рязанская
				2	средняя	Lilla, Stala, Милица
				3	тёмная	Natra, Радуга

Таблица 2 – Стадии роста и развития растений фацелии

Стадия	Общее описание
0	Проращивание
00	Сухие семена
10	Развитие листьев
20	Формирование боковых побегов
30	Удлинение стебля, развитие побега (основной побег)
31	Стебель 10% от окончательной длины
32	Стебель 20% от окончательной длины
33	Стебель 30% от окончательной длины
34	Стебель 40% от окончательной длины
35	Стебель 5% от окончательной длины
39	Достигнута максимальная длина стебля
50	Появление соцветия (основной побег)
60	Цветение
61	Начало цветения: 10% цветов распустилось
62	20% цветов распустилось
63	30% цветов распустилось
64	40% цветов распустилось
65	Полное цветение: 50% цветов распустилось, могут падать первые лепестки
67	Окончание цветения: большинство лепестков упало или высохли
69	Конец цветения: видны очертания плодов
70	Развитие семян
75	50% семян достигли окончательного размера
76	60% семян достигли окончательного размера
77	70% семян достигли окончательного размера
78	80% семян достигли окончательного размера
79	Все семена достигли окончательного размера
80	Зрелость семян
89	Полное созревание: семена приобретают окраску, соответствующую их полной зрелости

По каждому признаку указан порядок его учета:

MG: однократное измерение группы растений или частей растений;

MS: измерение определенного количества отдельных растений или частей растений;

VG: визуальная однократная оценка группы растений или частей растений;

VS: визуальная оценка определенного количества отдельных растений или частей растений.

Оптимальная стадия развития растений для проведения учета признака указана кодом стадии роста в графе «Порядок учёта» табл. 1. Шкала стадий роста и развития растений фацелии и соответствующий код приведены в табл. 2.

Значениям выраженности признака присвоены индексы (1-9) для электронной обработки результатов. По большинству значений выраженности признаков указаны эталонные сорта.

QL – качественный признак;

QN – количественный признак;

PQ – псевдокачественный признак.

В методике также уточнён порядок проведения оценки по отдельным признакам.

К 1. Плоидность – должна определяться стандартными цитологическими методами.

К 3. Растение: время начала цветения – отмечают, когда 10% растений имеют открытые цветки.

К 4. Растение: высота – измеряют основной стебель от основания растения до верхушки соцветия.

К 5. Лист: длина – следует измерять листья, расположенные в средней части главного стебля.

К 6. Лист: ширина – следует измерять листья, расположенные в средней части главного стебля; ширина листа измеряется в самой широкой его части.

К 7. Лист: антоциановая окраска – наблюдения проводят на листьях, расположенных в средней части главного стебля.

К 10. Соцветие: длина – следует измерять длину соцветия на главном стебле от самой верхней ветви до верхушки самого верхнего завитка.

К 11. Соцветие: количество завитков – следует подсчитывать на соцветии главного стебля.

Заключение

В результате проведенных исследований по изучению морфо-биологических признаков фацелии на базе коллекции Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ» выявлены 16 признаков, которые могут служить устойчивыми критериями для проведения испытаний сортов фацелии на отличимость, однородность и стабильность (ООС). В методику ООС в качестве эталонов добавлены сорта отечественной селекции: Рязанская, Услада, Милица, Наталия, Радуга. Установлены признаки, которые отличаются высокой степенью варьирования и могут быть использованы в дальнейшей селекционной работе с фацелией.

Полученные результаты использованы при разработке Методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность сортов *Ph. tanacetifolia* Benth.

Работа выполнена при поддержке гранта № 6.4854.2017/БЧ «Развитие научно-образовательного потенциала НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ» как модельной площадки для внедрения инноваций в научной, образовательной и профориентационной работе».

Литература

1. Думачева Е.В. Биологические ресурсы *Phacelia tanacetifolia* Benth. юга Среднерусской возвышенности как исходный материал для селекции на устойчивость / Е.В. Думачева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т.54. №3. - С. 188-192.

2. Чернявских В.И. Методические указания по использованию морфо-биологических признаков в селекции *Phacelia tanacetifolia* Benth / В.И. Чернявских, Е.В. Думачева. - Белгород: ИД «Белгород», 2018. - 22 с.

3. Дьяков А.Б. Использование принципа фоновых признаков при разработке критериев отличимости, однородности и стабильности для описания селекционных достижений / А.Б. Дьяков, В.В. Гронин / Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур, 2006. вып. 2 (135). - С. 38-49.

4. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). Монография в 2-х томах / А.А. Жученко. - М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 2. - 780 с.

5. УПОВ TG/319/1 «Guidelines For The Conduct Of Tests For Distinctness, Uniformity And Stability». Оригинал на английском языке от 05.04.2017 г.
6. RTG/01/3 «Общее введение по испытанию на отличимость, однородность и стабильность и составлению описаний» от 22.07.2002 г. №12-06/52 (Официальный бюллетень Госкомиссии № 6, 2002 г.).
7. Jasinska Z., Koiecki A. *Szczgylowa Uprawa Roślin*. AXA, Wroclaw: PL. 1999. 305 p.
8. Meyer U. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH Monograph. Biologische Bundesanstalt fur Land- und Forstwirtschaft. Blackwell Wiss. Verlag. - Wien: AT, 1997. - P. 100-105.
9. Podbielkowski Z. *Siownik roślin użytkowych*. PWRiL. - Warszawa: PL. 1985. - 89 p.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М: Колос, 1985. - 352 с.

V.I. Chernyavskikh, E.V. Dumacheva, E.S. Boyko. STUDY OF *PHACELIA TANACETIFOLIA* BENTH. MORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS AS THE CRITERIA OF DISTINGUISHABILITY, UNIFORMITY AND STABILITY.

Tansy phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) is a widespread nectarean, decorative, forage and green manure crop. For a long time selection work with phacelia was hampered by the lack of methods for testing distinguishability, uniformity and stability. Basing on the genetic collection of The natural and landscape complex «Botanical Garden of the National Research University «BelSU» six phacelia varieties of domestic selection were studied on 23 morphological and biological characteristics: Ryazanskaya, Ulyanovskaya mestnaya, Uslada, Natalia, Raduga, Militsa. In 2017, the International standard, which included thirteen morphological characteristics, was approved almost simultaneously, and the work on the draft national standard, which included sixteen criteria was completed. In this regard, it became necessary to study the morphological and biological characteristics of phacelia plants as evaluative criteria for distinguishability, uniformity and stability, to choose characteristics with a low degree of variation, and to determine standards for assessing the degree of characteristics intensity among the varieties of domestic selection. As a result, for each characteristic, the ranked array were compiled and the limits of their variability were determined. It is established that thirteen morphological criteria defined by the International standard have a rather low degree of variation. It is proposed to add three more stable morphological characteristics to the international criteria: stem lowering, stem branching, lamina lowering. As a result, the developed and submitted for approval to the State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection, Technique for testing distinguishability, uniformity and stability of *Ph. tanacetifolia* Benth. varieties contains 16 approbatory criteria and as standards for the degree of characteristics intensity five included in the State register of the selection achievements admitted to use varieties of domestic selection were introduced into it.

Keywords: selection; Phacelia tanacetifolia Benth.; criteria of distinguishability, uniformity, stability; morphological and biological characteristics; phacelia varieties Ryazanskaya, Uslada, Natalia, Raduga, Militsa.

Чернявских Владимир Иванович, д.с.-х.н., гл. научный сотрудник Природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ «БелГУ», ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный университет». 308015 Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85. E-mail: chernyavskikh@mail.ru.

Думачева Елена Владимировна, д.б.н., зав. кафедрой биологии Института инженерных технологий и естественных наук ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет». 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, т. (+4722)30-11-65. E-mail: dumacheva@bsu.edu.ru.

Бойко Екатерина Сергеевна, к.с.-х.н., зам. начальника отдела методики и международных отношений ФГБУ «Госсорткомиссия». 107139, г. Москва, Орликов пер., 1/11, т. (495) 607-6827, (495)607-4944. E-mail: b.ek_s@inbox.ru.

Vladimir Ivanovich Chernyavskikh – Doctor of Agricultural Sciences, chief researcher of natural and landscape complex «Botanical Garden of National Research University «BelSU», FSAEI HE «Belgorod State National University». 308015, Belgorod, 85 Pobedy Str. E-mail: chernyavskikh@mail.ru.

Elena Vladimirovna Dumacheva – Doctor of Biological Sciences, head of the Department of Biology, Institute of Engineering Technology and Natural Science, FSAEI HE «Belgorod State National Research University». 308015, Belgorod, 85 Pobedy Str. Tel. (+4722)30-11-65. E-mail: dumacheva@bsu.edu.ru.

Ekaterina Sergeevna Boiko – Candidate of Agricultural Sciences, deputy director for Methodology and International relations, FSBI «State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection». 107139, Moscow, 1/11 Orlikov lane, tel. (495) 607-6827, (495)607-4944. E-mail: b.ek_s@inbox.ru.