

О.К. Кустова

## ОСОБЕННОСТИ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ *SALVIA OFFICINALIS* L. НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

*Salvia officinalis* L., генеративные органы, семенная продуктивность, корреляция, коэффициент дивергенции, интродукция

### Введение

Род *Salvia* L. насчитывает до 900 видов, большая часть которых является ценными в хозяйственном значении: лекарственными, эфиромасличными, пряно-ароматическими, жиромасличными растениями. Ареал рода охватывает тропические, субтропические и умеренные климатические зоны и взаимосвязан с наибольшими горными системами [1]. Шалфей лекарственный (*S. officinalis* L.) – многолетнее растение, формирующее в условиях открытого грунта полуодревесневающий куст. Это ценное лекарственное, эфиромасличное, пряно-вкусовое и декоративное растение, происхождением из Западной Европы, Средиземноморья. Вид характеризуется высокой гибридной способностью и поэтому используется в селекционной работе [7, 9, 11]. Биохозяйственные характеристики составляют комплекс перспективных признаков для проведения интродукционных исследований с целью введения в широкую культуру шалфея лекарственного на юго-востоке Украины. В Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС) проводится интродукционное изучение шалфея лекарственного. Одним из наиболее ценных показателей успешности интродукции растений является характеристика их генеративных органов и воспроизводство полноценных семян, что свидетельствует об устойчивости данного вида к новым условиям культивирования.

### Цель и задачи исследований

Цель работы – изучить фенотипическую изменчивость генеративных органов *Salvia officinalis* и выявить её значение для семенной продуктивности растений этого вида. В ходе работы поставлены задачи: исследовать параметры цветков; выявить степень их внутривидовой вариабельности; определить признаки, которые могут иметь значение для прогнозирования продуктивности семян интродуцентов; выявить корреляционные зависимости между метрическими признаками цветков и семенной продуктивностью; определить наиболее продуктивные образцы в условиях интродукции на юго-востоке Украины.

### Объект и методика исследований

Интродукционное изучение проводили на примере 15 образцов *S. officinalis*, полученных семенами по дилектусу из ботанических садов разных стран. Образцы, выращенные из семян из растений различных интродукционных пунктов и привлеченные для исследований, представляют собой семенное потомство экотипов, сформированных и адаптированных к различным эколого-климатическим условиям обитания, которые в условиях интродукции на юго-востоке Украины проявляют фенотипическую изменчивость вегетативных и генеративных органов (окраска венчика, размеры и форма листа, габитус и др.) [3]. Исследования проводили на зрелых генеративных особях, произрастающих не менее пяти лет на коллекционном участке отдела мобилизации растительных ресурсов ДБС.

Анализ морфологических признаков проводили методом определения степени расхождения по отдельным параметрам и сходства по всему их комплексу, предложенным В.М. Шмидтом [10]. Для этого был использован метод расчета нормированного отклонения ( $\delta$ ) и коэффициента дивергенции (КД) всего комплекса изученных признаков. Для анализа были привлечены средние данные 20 признаков параметров цветков (при  $n = 20$ ) (табл., данные приведены сокращенно). Статистическую обработку и анализ проводили с использованием общепринятых методов [2, 4]. Определены достоверность различия признаков (по критерию Стьюдента) и коэффициенты: корреляции, дивергенции и семенной продуктивности (по данным 2008 – 2010 гг.), и квадратичное

Таблица. Показатели признаков цветков образцов *Salvia officinalis* L.

Признаки, см	Код	Образцы, №					CV, %
		1	5	18	24	1 – 24	
Цветоножка	A	0,5±0,02	0,5±0,02	0,3±0,01*	0,5±0,01	0,4±0,03	23
Венчик:							
- длина трубки;	B	0,4±0,01	0,5±0,02	0,5±0,02	0,4±0,03	0,4±0,03	24
- ширина зева;	C	0,5±0,02	0,5±0,02	0,5±0,01	0,4±0,01	0,5±0,01	11
Верхняя губа венчика:							
- длина;	D	1,4±0,10	1,9±0,06	1,9±0,02	1,5±0,02	1,5±0,07	17
- длина отгиба;	E	0,7±0,03	0,9±0,02*	0,9±0,10	0,9±0,02	0,8±0,03*	16
- ширина отгиба	F	0,6±0,02	0,9±0,02*	0,8±0,01*	0,8±0,04	0,7±0,03	15
Нижняя губа венчика:							
- длина;	G	1,5±0,01	2,0±0,02*	2,1±0,01*	1,7±0,10	1,7±0,07	16
- длина отгиба;	H	0,7±0,03	1,2±0,04*	1,3±0,10*	1,0±0,03	1,0±0,07*	26
- ширина отгиба	I	0,8±0,01	1,2±0,03*	1,1±0,02*	0,9±0,02	0,9±0,05	22
Пестик	J	2,1±0,02	2,1±0,03	2,2±0,03	2,1±0,03	1,8±0,10	21
Длина свободной части тычинки	K	0,6±0,01	0,5±0,02*	0,6±0,01	0,6±0,01	0,5±0,02	13
Верхняя тычинка:							
- нить;	L	0,3±0,04	0,4±0,02	0,3±0,02	0,2±0,01	0,3±0,02	31
-пыльник	M	0,3±0,02	0,3±0,01	0,3±0,01	0,3±0,02	0,2±0,02	35
Нижняя тычинка:							
- нить;	N	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,01	0,2±0,02	0,2±0,01	30
-пыльник	O	0,1±0,02	0,1±0,002	0,1±0,01	0,1±0,02	0,2±0,03	78
Ширина зева чашечки	P	0,5±0,03	0,4±0,05	0,4±0,01	0,5±0,02	0,6±0,06	42
Верхняя губа чашечки:							
- длина;	Q	1,1±0,03	1,4±0,01*	1,3±0,01	1,0±0,11	1,1±0,03	12
- ширина	R	0,8±0,02	1,1±0,02*	1,0±0,02*	0,5±0,01	0,7±0,04*	24
Нижняя губа чашечки:							
- длина;	S	1,2±0,02	1,4±0,02*	1,3±0,02	1,1±0,10	1,2±0,04	11
- ширина	T	0,8±0,01	1,1±0,02*	1,0±0,01*	0,5±0,01	0,7±0,05*	26

Примечания: CV, % – коэффициент вариации по данным образцов 1 – 24,

\* – при сравнении показателей образцов с контрольным образцом разница достоверна при  $P \leq 1\%$ .

отклонение ( $\sigma$ ) признаков относительно выбранного контроля. В качестве контроля был выбран образец № 1, средние значения которого наиболее приближаются к среднестатистическим параметрам для всей совокупности образцов *S. officinalis* в условиях интродукции ДБС.

Для определения величины дивергенции важна не абсолютная разница между средними арифметическими значениями признаков стандарта и остальных выборок, а величина колебания этих отклонений, выраженная в едином масштабе. Это достигается отнесением отклонений к сигме стандарта ( $\sigma$ ), т. е. их нормированием. Нанесение на график рассчитанных нормированных отклонений ( $\delta$ ) каждого признака дает наглядное представление о степени расхождения признаков изучаемых объектов [10]. По результатам полученных данных были построены профили нормированных отклонений морфометрических признаков и график распределения КД исследованных образцов (рис. 1, 2). Графики показывают степень расхождения значений признаков, которые в той или иной мере отклоняются от контроля. При отрицательных значениях имеет место преобладание значений признаков контроля. Показатели КД отражают степень сходства (низкие значения) и различия (высокие значения) всего комплекса изученных признаков объектов исследования относительно контроля в значении «0».

### Результаты исследований и их обсуждение

Проведенный анализ фенотипической изменчивости генеративных признаков *S. officinalis* показал, что вариабельность признаков цветков у его образцов низкая, или средняя, что соответствует общеизвестным данным о стабильности генеративных признаков (см. табл.). Коэффициенты вариации признаков, вычисленные по данным всех образцов, составили более высокие значения и показали среднюю и даже высокую вариабельность отдельных признаков (тычиночный аппарат), что предположительно объясняется не столько разницей в параметрах, сколько разной степенью их деформации или отсутствием пыльников.

Такие признаки, как длина цветоножки (А), длина трубки венчика (В), диаметр зева венчика (С), длина верхней губы венчика (D), диаметр зева чашечки (Р), длина нижней губы чашечки (S) по данным анализа стандартных квадратичных отклонений ( $\sigma$ ) относительно контроля являются стабильными или относительно стабильными, так как не имеют существенных отклонений, либо полностью совпадают с контролем (см. рис. 1). Наибольшее количество различий показали следующие признаки: длина нижней губы венчика (G), длина и ширина отгиба нижней губы венчика (H, I), ширина нижней губы чашечки (Т), что указывает на существенную вариабельность этих признаков у образцов *S. officinalis* разного географического происхождения.

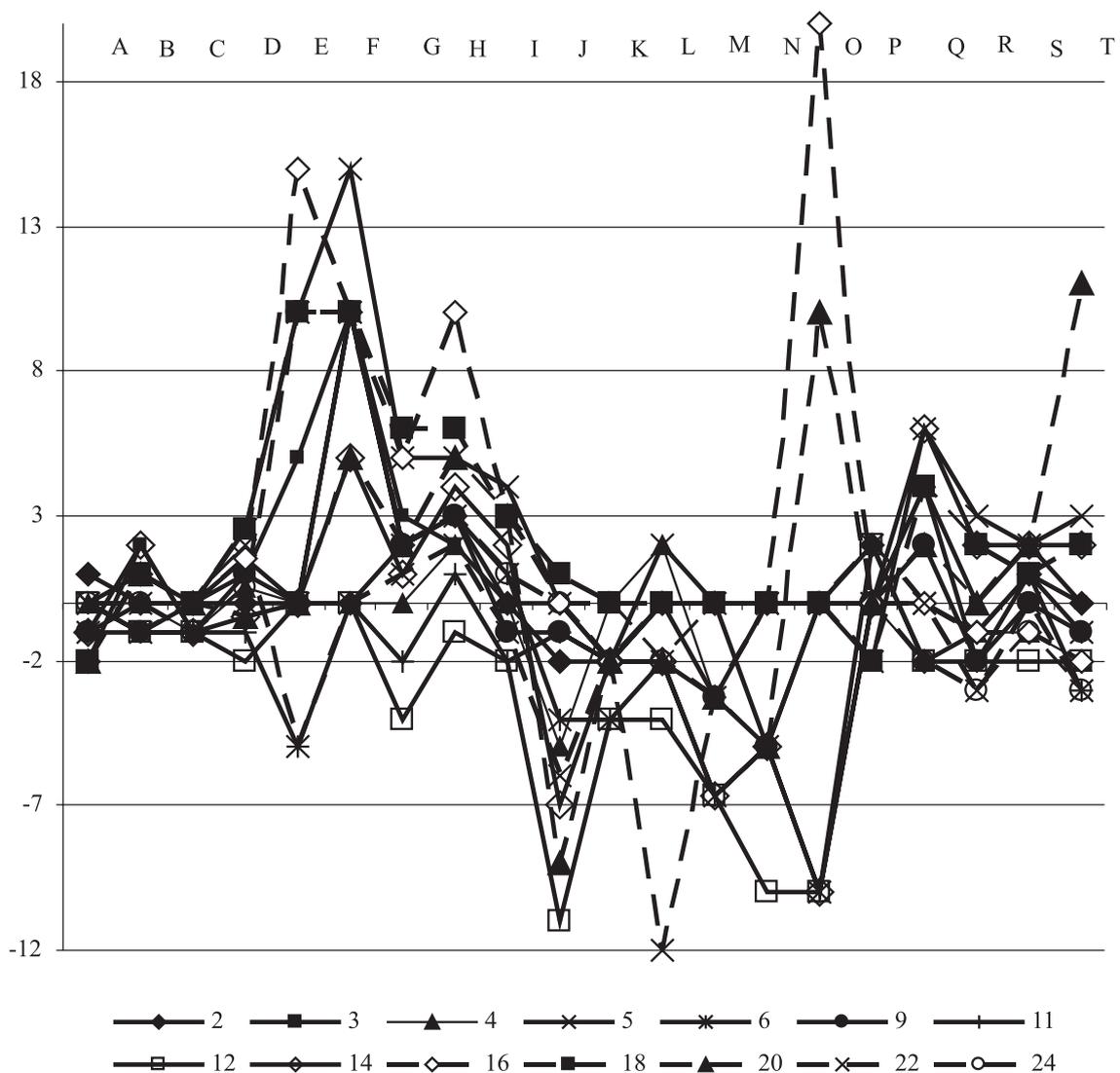


Рис. 1. Нормированные отклонения признаков цветков *Salvia officinalis* L. (А – Т, см. табл.) относительно контроля в значении «0»: 2 – 24 – образцы

Профиль нормированных отклонений (см. рис. 1) обнаружил признаки, отклонения которых направлены в сторону увеличения параметров: длина и ширина отгиба верхней губы венчика (E, F), длина нижней губы венчика (G), длина и ширина отгиба нижней губы венчика (H, I), длина пыльников нижней тычинки (O), длина верхней губы чашечки (Q), ширина нижней губы чашечки (T). Также выявлены признаки, отклонения которых направлены в сторону уменьшения параметров: длина пестика и свободной части тычинки (J, K), длина верхней и нижней тычиночной нити и их пыльников (L – O) и, в некоторых вариантах, ширина нижней губы чашечки (T).

Отсутствие существенных различий признаков относительно контроля выявлено у нескольких образцов *S. officinalis*. Это касается образца № 14 (полученный из России), который также имеет наименьшее значение коэффициента дивергенции, т.е. по комплексу признаков он больше приближается к параметрам признаков контрольного образца № 1 (Украина, репродукция ДБС) (рис. 2). В том числе, не высокие значения КД определены у образцов № 2 (репродукция ДБС), № 9 (Австрия). Наибольшие значения КД по комплексу признаков определены у образцов № 18 (Львов), № 5 (Россия), № 22 (репродукция ДБС, первичный материал из Австрии), № 16 (Львов), № 12 (репродукция ДБС), № 20 (Франция). Как видно, это образцы, полученные из разных географических зон, а также, выращенные при репродукции в ДБС.

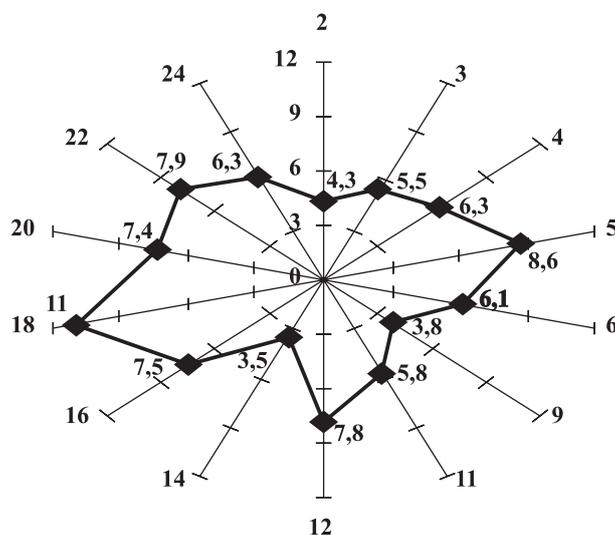


Рис. 2. Коэффициенты дивергенции по комплексу признаков *Salvia officinalis* L. относительно контроля в значении «0»: 2 – 24 – образцы

Образцы с большим количеством признаков, достоверно отклоняющихся от контроля и большими значениями КД, имеют коэффициент семинификации (КС) выше 40 – 50 %. Соответственно, в большинстве вариантов невысокий КД сопровождается меньшей семенной продуктивностью (рис. 3), что подтвердилось выявленной корреляционной связью между коэффициентами дивергенции и семинификации ( $r = 0,66$ ).

Как известно, изучение механизмов проявлений фенотипической пластичности помогает выяснить стратегию формирования функциональных взаимоотношений растительных организмов с окружающей средой, которые обеспечивают их рост, развитие, репродукцию и распространение в разнообразных по природно-экологическим условиям и антропогенному пресингу районах [5]. Одной из важных сторон оценки морфологических признаков растений является определение степени изменчивости и представления относительно амплитуды их варьирования, что позволяет более точно выявить роль различных экологических факторов и генетических процессов, которые протекают в их развитии. Кроме того, может быть решен вопрос касающийся степени генетической закрепленности признака, что очень важно для селекционной работы [8].

Исходя из проведенного анализа, можно выделить следующие признаки: длина нижней губы венчика (G), длина и ширина отгиба нижней губы венчика (H, I), ширина нижней губы чашечки (T), которые могут косвенно указывать на перспективы продуктивности зрелых семян у растений. То есть, увеличение их параметров коррелирует с семенной продуктивностью растений отдельных образцов, несмотря на деформации тычиночного аппарата. Та же тенденция наблюдается у образцов с пестиком длиной не ниже 1,7 – 2,0 см (признак J), однако коррелятивной

связи с КС не было подтверждено. *S. officinalis* – энтомофильное растение и выделенные признаки, вероятно, имеют значение для частого посещения насекомыми, успешного опыления цветков и повышения репродукции.

Такие признаки, как длина трубки венчика (В), диаметр зева венчика (С), длина верхней губы венчика (D), длина отгиба верхней губы венчика (Е) показали большую стабильность параметров. Поэтому, варианты с увеличением этих параметров можно рассматривать в качестве проявления декоративности цветков с последующим селекционным отбором растений по признакам D, E. Признаки длина верхней и нижней тычинки (К – О) не показали взаимосвязи с данными по семенной продуктивности (КС).

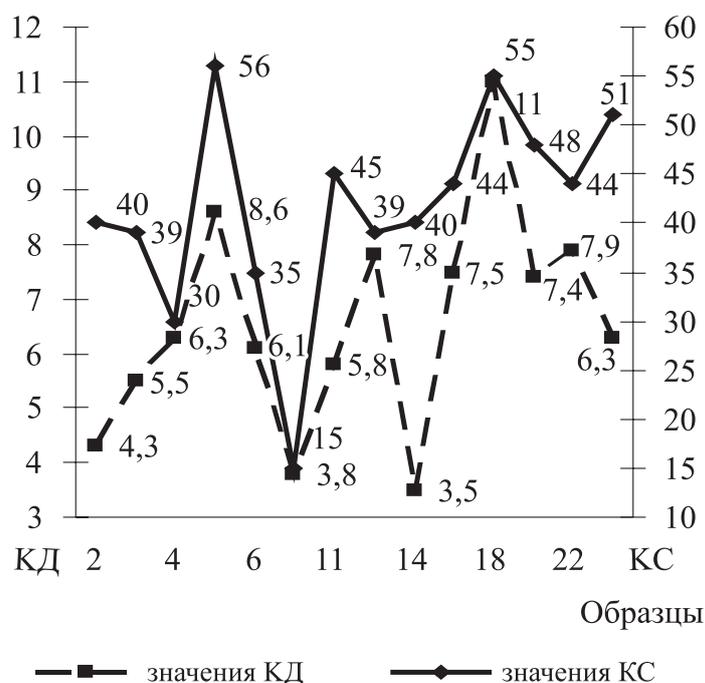


Рис. 3 Коэффициенты дивергенции (КД) и семинификации (КС) образцов *Salvia officinalis* L. (№ 1 – 24)

### Выводы

Таким образом, изучение фенотипической изменчивости генеративных признаков 15 образцов *Salvia officinalis* различного географического происхождения выявило её значение для семенной продуктивности растений этого вида. Внутривидовая вариабельность параметров цветков – низкой, средней и высокой степени. Наиболее вариабельными отмечены признаки нижних губ венчика и чашечки, для которых характерно увеличение показателей. Определена коррелятивная связь этих признаков с семенной продуктивностью растений. То есть, можно считать, что растения, обладающие следующими показателями признаков цветков: длиной нижней губы венчика от 1,5 – 2,0 см, длиной 1,0 – 1,7 см и около 1,0 см шириной отгиба нижней губы венчика, около 1,0 см шириной нижней губы чашечки и длиной пестика 1,7 – 2,0 см возможно оценивать как более продуктивные в условиях интродукции. Другие исследованные признаки цветков показали стабильность параметров и отсутствие связи с продуктивностью семян. Поэтому их не стоит принимать во внимание при оценке перспектив семенной продуктивности растений во время цветения.

Установлено, что у образцов с высокими значениями коэффициентов дивергенции, то есть комплекса наиболее вариабельных признаков цветков, по сравнению со среднестатистическими данными *S. officinalis*, в большинстве случаев коэффициент семинификации превышал 40 – 50 % в условиях интродукции. Поэтому средняя и высокая вариабельность признаков цветков и высокие коэффициенты дивергенции (КД= 6 – 7) могут иметь значение для оценки семенной продуктивности интродуцентов в данных условиях. Определены образцы с характерными признаками, которые дают возможность выявлять наиболее продуктивные растения в условиях интродукции: № № 18, 5, 24, полученные из интродукционных пунктов Украины, России и от репродукции в ДБС, что подтвердило наши предыдущие исследования [6].

1. Байкова Е.В. Биоморфология шалфея при интродукции в Западной Сибири / Елена Валентиновна Байкова. – Новосибирск, 1996. – 118 с.
2. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продукции растений / И.В. Вайнагий // Ботан. журн. – 1974. – 59, №6. – С. 826 – 831.
3. Горлачова З.С. Формова різноманітність листків *Salvia officinalis* L. при інтродукції / З.С. Горлачова, О.К. Кустова // Промышленная ботаника. – 2008. – Вып. 8. – С. 186 – 192.
4. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов / Геннадий Николаевич Зайцев. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
5. Кордюм Є.Л. Фенотипічна пластичність у рослин: загальна характеристика, адаптивне значення, можливі механізми, відкриті питання / Є.Л. Кордюм // Укр. ботан. журн. – 2001. – 58, № 2. – С. 141 – 151.
6. Кустова О.К. Исследование генеративных и репродуктивных признаков *Salvia officinalis* L. при интродукции / О.К. Кустова // Промышленная ботаника. – 2009. – Вып. 9. – С. 150 – 154.
7. Кутько С.П. Биологические особенности культуры шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.) в Предгорном Крыму: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. биол. наук: спец.03.00.05 «Ботаніка» / Сергей Прохорович Кутько – Ялта, 2006. – 20 с.
8. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / Станислав Александрович Мамаев. – М.: Наука, 1972. – 145 с.
9. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения / Л.Г. Дудченко, А.С. Козьяков, В.В. Кривенко. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 20 – 23.
10. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / Владимир Михайлович Шмидт. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
11. Dražić S Variability and phenotypic divergence of sage populations (*Salvia officinalis* L.) on conditions of ex situ conservation / S Dražić, T. Živanović, D. Branković // Book of Abstracts «The fifth scientific-research symposium on breeding and seed production». Vrnjačka Banja – Serbia, May 25 – 28, 2008. Режим доступа: [www.dsss.org.rs/abstrakti/zbornik-dsss-en-2008.htm](http://www.dsss.org.rs/abstrakti/zbornik-dsss-en-2008.htm)

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 02.06.2011

УДК 581.45:575.17:633.8 (477.60)

#### ОСОБЕННОСТИ ФЕНОТИПИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕНЕРАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ *SALVIA OFFICINALIS* L. НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

О.К. Кустова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Изучена фенотипическая изменчивость генеративных органов *Salvia officinalis* на примере его образцов различного географического происхождения и выявлено её значение для семенной продуктивности растений этого вида. Определены признаки, параметры которых коррелируют с семенной продуктивностью растений.

UDC 581.45:575.17:633.8 (477.60)

#### THE PECULIARITIES OF PHENOTYPIC VARIATION OF GENERATIVE CHARACTERISTICS OF *SALVIA OFFICINALIS* L. IN THE SOUTH-EAST OF UKRAINE

O.K. Kustova

Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

The phenotypic variation of generative organs of *Salvia officinalis* on the example of its samples of different geographical origin has been studied and its significance for seed productivity of plants of this species has been revealed. The characteristics whose parameters correlate with seed productivity of plants, have been defined.