

О.К. Кустова

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *OSIMUM* L. В ДОНБАССЕ

Ocimum L., интродукция, биология цветения, созревание семян

Прогнозирование успешности интродукции видов в новые природно-климатические условия базируется, главным образом, на генеративной функции растений. При этом учитываются особенности морфологического строения цветка, продолжительность цветения и плодоношения, влияние окружающей среды на время и ход распускания цветков [1].

Объект наших исследований виды *Ocimum basilicum* L., *Ocimum sanctum* L. и *Ocimum gratissimum* L., интродуцированные в Донецком ботаническом саду НАН Украины (ДБС). Растения *O. basilicum* изучали на примере разновидностей и образцов различного происхождения: *var. purpurescens* Benth. (образец Р.1, Ереван (1980 г.); Р.7, Москва (1998 г.)), *var. majus* Benth. (М.1, Ереван (1980 г.)), *var. difforme* Benth. (D.1, Бельгия (1996 г.)), *var. minimum* (L.) Danert. (м.1, Англия (1999 г.)). Сведения по биологии цветения *Ocimum* фрагментарны [2, 3].

В связи с этим, была поставлена цель: изучить особенности морфологии цветков, биологию цветения *O. basilicum*, *O. sanctum* и *O. gratissimum* L., выяснить возможность прогнозирования сроков созревания семян этих видов в условиях интродукции.

Исследования проводили по общепринятой методике на модельных растениях (n=25 для каждого образца) коллекционного участка ДБС после окончания дифференциации генеративных органов растений и при появлении бутонов [1, 4, 6]. Для характеристики последовательности зацветания и продолжительности цветения за основной показатель была выбрана дата полного распускания цветка. Наблюдения проводили в течение одного дня и на протяжении 10 – 20 дней (время цветения одного тирса).

Для определения возможности прогнозирования сроков созревания семян в условиях интродукции на протяжении периода цветения и созревания семян (июль – сентябрь) регулярно проводили подсчет цимоидов с созревшими семенами отдельно взятого этикетированного тирса [1, 4, 6]. При этом методики были дополнены нашими модификациями: определялась доля созревших семян в течение дня (отношение количества созревших семян одной пары цимоидов на единицу времени – один день, выраженное в процентах). На основании этого было рассчитано количество дней, необходимое для созревания семян одного тирса, т.е. скорость созревания семян одного тирса.

Статистическую обработку данных и определение достоверности по коэффициенту Стьюдента определяли по методике Г.Н. Зайцева (1973) при 1%-ом уровне значимости, $t_{st}=3,25$ [5].

Согласно литературным данным [2], растения подсемейства базиликовые (*Ocimoideae*) отличаются от других подсемейств *Lamiaceae* более специализированным гинееем с выраженным гинобазическим столбиком. Цветки растений рода *Ocimum* имеют верхнюю губу венчика, образованную не двумя, как обычно, а четырьмя лепестками. Нижняя губа состоит всего из одного плоского или вогнутого лепестка. Чашечка и венчик образованы пятью листочками сросшимися своей основной частью

в трубку. Чашечка *O. basilicum* неоппадающая, двугубая, пятизубчатая, верхний зубец широкоокруглый, два боковых – широкие с коротким заострением, нижние – узкие, шиловидные. Венчик опадающий, длиннее чашечки, опушенный или голый, двугубый, розово-фиолетовый или белый. Нижняя губа отогнута вниз, цельная, почти плоская, верхняя губа четырехнадрезанная, лопасти бахромчатые. Тычинок четыре, редко две – более длинные, выступающие из венчика, загнуты вниз. Столбик пестика один, рыльце двураздельное [2].

Исследования выявили однотипность строения цветков разновидностей *O. basilicum*. Морфометрические показатели параметров цветков у большинства образцов характеризовались низкой вариабельностью – до 10% и средней по отдельным признакам у образца Р.7 – до 18% (табл.) Выявлены достоверные отличия параметров отдельных частей цветков. Так, у цветков образца Р.7, по сравнению с образцом Р.1, значительно длиннее нижняя губа чашечки ($t=6,36$), пестик ($t=4,24$) и тычинки ($t=7,78$). Сравнение цветков *O. basilicum* var. *purpurescens* с цветками разновидностей, лишенных антоциановой пигментации (var. *majus* и var. *difforme*), показало, что у *O. basilicum* var. *majus* верхняя губа чашечки узкая ($t=9,90$), незначительно меньше длина пестика ($t=4,95$).

У цветков *O. basilicum* var. *difforme* незначительно длиннее ($t=2,94$) и намного шире верхняя губа ($t=4,95$) чашечки. Длина пестика и тычинок меньше ($t=11,30$ и $4,24$), что объясняется, вероятно, большим углом отгиба чашечки и венчика с широким зевом цветка. Сравнение цветков разновидностей var. *majus* и var. *difforme* выявило существенные различия по длине верхней ($t=7,07$) и ширине нижней губы венчика ($t=7,07$), длине и ширине верхней губы чашечки ($t=4,60$ и $14,85$), длине пестика ($t=6,36$).

Для цветков *O. basilicum* var. *minimum* характерны узкие верхняя и нижняя губы венчика, короткая нижняя губа чашечки, пестик и тычинки.

По своим параметрам цветки видов *O. sanctum* и *O. gratissimum* значительно меньше цветков *O. basilicum* (см. таблицу). Цветок *O. sanctum* имеет цветоножку $0,2\pm 0,01$ см, чашечку длиной $0,3\pm 0,02$ см, общая длина цветка без цветоножки – $0,5\pm 0,04$ см. Чашечка имеет два боковых широкояйцевидных чашелистика, переходящие в вытянутые шиловидные зубцы, два средних – узколанцетные также вытянутые в зубцы; верхняя губа – округлая или широко-обратно-яйцевидная. Окраска венчика белая или бледно-розовая. Столбик пестика загнут вниз, тычинки прямые или загнутые вверх, выставлены из зева венчика.

У цветка *O. gratissimum* цветоножка $0,12\pm 0,03$ см длиной, чашечка – $0,4\pm 0,01$ см, общая длина цветка без цветоножки – $0,45\pm 0,1$ см. Чашечка имеет два боковых чашелистика, вытянутых в шиловидные зубцы, два средних – узколанцетные, сросшиеся до $1/5$ и вытянуты в зубцы. Верхняя губа широкояйцевидная, на конце переходит в короткий шиловидный зубец. Окраска венчика – белая. Столбик пестика загнут вниз, тычинки – вверх, также выставлены из зева венчика.

Виды рода *Ocimum* перекрестные энтомофилы. Опылению благоприятствуют солнечная теплая погода и насекомые – опылители, представители семейства *Apidae*: шмели и пчелы. В случае неблагоприятных условий среды, возможно самоопыление цветков. *O. basilicum* легко образует гибриды, чем объясняется формовое многообразие этого вида.

Фаза цветения *O. basilicum* в условиях интродукции составляет 45 – 75 дней. Ход цветения начинается с цветков нижней пары цимоидов центрального тирса (рис. 1, а). Одновременно в паре цимоидов могут быть раскрытыми 1 – 4 цветка. Максимальное число раскрытых цветков одного цимоида приходится на 1 – 2 день его цветения. По мере отцветания одного цветка, раскрывается следующий бутон. Затем начинают последовательно раскрываться цветки цимоидов верхних ярусов. Цветение идет одновременно на 1 – 3, реже – 4 цимоидах одного тирса. Цветение последовательно

Таблица. Параметры цветков видов рода *Ocimum* L.

Вид, разновидность, образец	Показатели, см/органы цветка	Чашечка		Венчик		Пестик	Тычинки
		верхняя губа	нижняя губа	верхняя губа	нижняя губа		
		M±m					
<i>Ocimum basilicum</i> L. - var. <i>purpurescens</i> :	длина	0,56±0,03	0,68±0,01	0,79±0,08	0,87±0,02	1,08±0,01	0,98±0,02
	Р.1 ширина	0,62±0,01	-	0,60±0,05	0,30±0,05	-	-
Р.7	длина	0,66±0,02	0,84±0,02	0,77±0,03	0,86±0,02	1,02±0,02	1,09±0,02
	ширина	0,62±0,01	-	0,52±0,03	0,21±0,01	-	-
- var. <i>majus</i> , M.1	длина	0,54±0,02	0,68±0,01	0,69±0,01	0,78±0,03	1,01±0,01	0,96±0,02
	ширина	0,48±0,01	-	0,68±0,01	0,39±0,01	-	-
- var. <i>difforme</i> , D.1	длина	0,67±0,02	0,73±0,02	0,79±0,01	0,70±0,05	0,92±0,02	0,92±0,03
	ширина	0,69±0,01	-	0,67±0,01	0,29±0,01	-	-
- var. <i>minimum</i> , m.1	длина	0,42±0,03	0,51±0,02	0,66±0,03	0,71±0,02	0,81±0,01	0,90±0,02
	ширина	0,44±0,01	-	0,47±0,02	0,25±0,03	-	-
<i>Ocimum sanctum</i> L.	длина	0,15±0,05	0,35±0,05	0,50±0,20	0,40±0,20	0,50±0,05	0,60±0,03
	ширина	0,15±0,05	0,45±0,05	0,30±0,10	0,10±0,00	-	-
<i>Ocimum gratissimum</i> L.	длина	0,15±0,05	0,30±0,01	0,50±0,01	0,30±0,10	0,50±0,05	0,50±0,01
	ширина	0,20±0,01	0,20±0,01	0,30±0,05	0,25±0,05	-	-

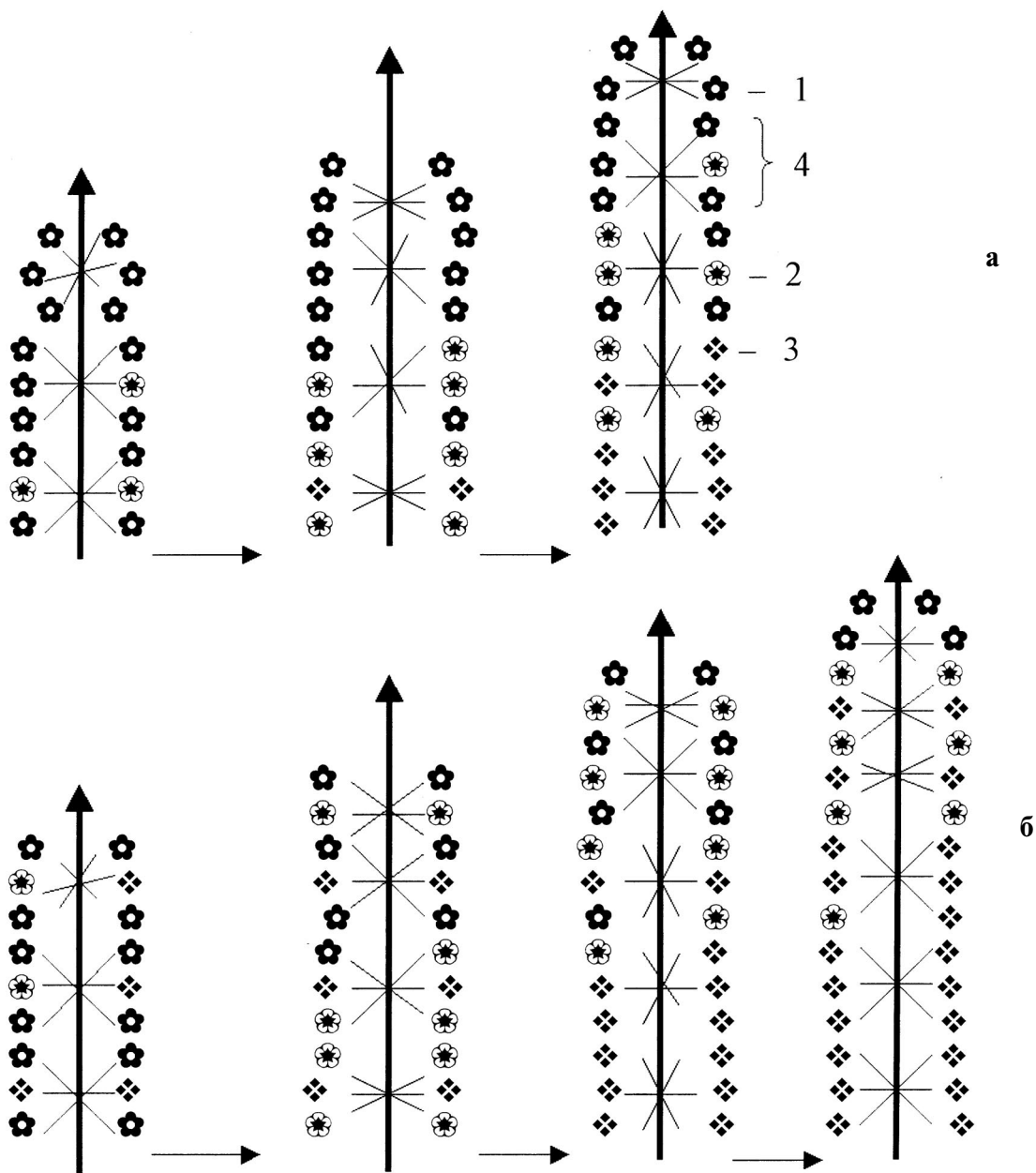


Рис. 1. Схема последовательности раскрытия цветков в цимоидах тирса по мере его нарастания у видов:

Ocimum basilicum L. (а), *Ocimum sanctum* L. и *Ocimum gratissimum* L (б):

- 1 - бутон, 2 - раскрывшийся цветок, 3 - оплодотворенный цветок,
4 - пара цимоеидов на тирсе

распространяется на боковые тирсы центральной оси, затем - на парциальные соцветия 1-го, а потом 2-го и последующих порядков. Таким образом, цветение соцветий *O. basilicum* проходит в акропетальном центробежном направлении.

O. basilicum следует отнести к группе растений с дневным типом распускания цветков [7]. Обнаружено, что раскрытие цветков начинается с восходом солнца и наибольшая интенсивность достигается к 12 - 14-ти часам при повышении дневной температуры до 30°C и выше. Количество раскрытых цветков у исследованных образцов зависит только от количества цветущих тирсов. В вечерние часы среднее количество раскрытых цветков и распускающихся бутонов на одну особь значительно снижается (рис. 2). Ход

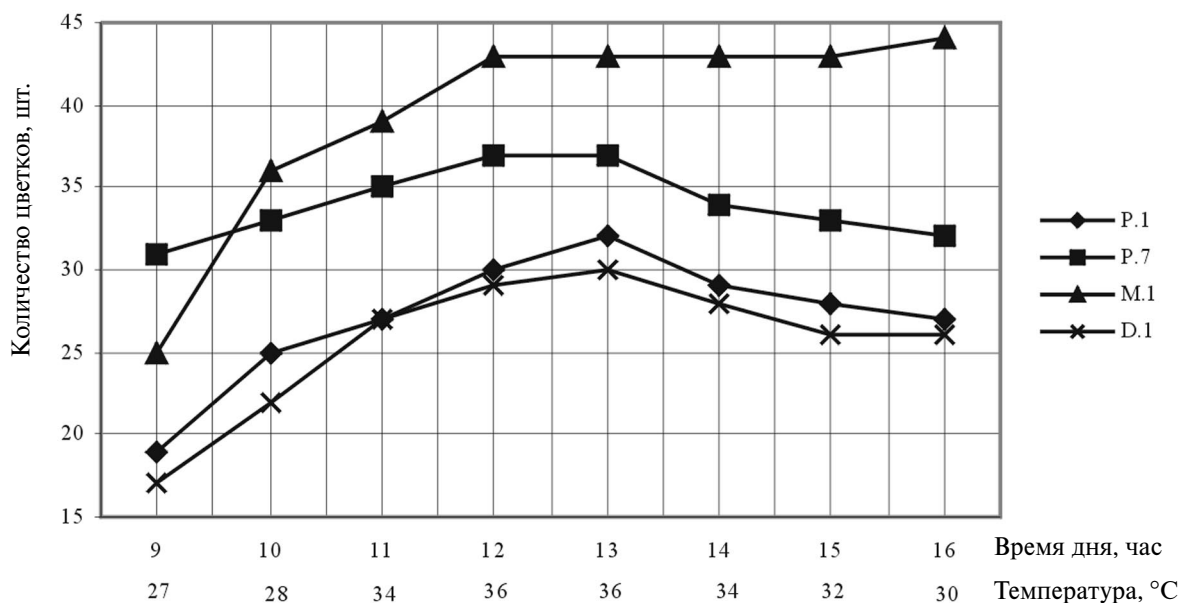


Рис. 2. Динамика цветения *Ocimum basilicum* L. (образцы: P.1, P.7, M.1, D.1) относительно времени дня и на фоне изменений дневной температуры воздуха

цветения зависит от метеорологических условий, так как в дождливые и пасмурные дни общее количество раскрывшихся цветков заметно меньше, снижается посещение насекомыми.

Развитие цветков и цветение разновидностей *O. basilicum* проходит однотипно. В только что раскрытом цветке видны петлеобразно изогнутые по форме верхней губы венчика 4 тычиночные нити и столбик пестика. Затем тычинки распрямляются в течение одного часа и остаются далеко выставленными из зева. Рыльце пестика двураздельное и при раскрытии цветка его лопасти сложены. В процессе цветения *O. basilicum* наблюдается протандрия цветков, поскольку мужская фаза цветения начинается еще в бутоне цветка. При раскрытых цветках первого цимоида в бутонах второго и третьего последующих цимоидов у белых пыльников гнезда раскрыты, и пыльца свободно высыпается в полость цветка. В последующих бутонах в четырехгнездных пыльниках гнезда закрыты, и пыльца в них располагается слоем в один ряд. Мужская фаза цветения заканчивается спустя 1 – 2,5 часа после раскрытия цветка, когда происходит удлинение и распрямление столбика пестика, и лопасти рыльца раскрываются. В цветках растений *O. basilicum* var. *purpurescens* пестик приобретает розовый или фиолетовый оттенок. Пыльники становятся желтоватыми, пыльцы на них нет. Время цветения одного цветка в зависимости от погодных условий составляет 6 – 8 часов. В прохладный облачный день цветение более продолжительное.

После оплодотворения семяпочек опадают лепестки венчика, а затем и столбик пестика. Внутри чашечки остаются хорошо заметные доли завязи и подпестичный диск, выполняющий роль нектарника. Затем, по мере созревания семян, чашечка слегка разрастается, становится более жесткой и приобретает коричневый цвет. Ее шиловидные зубцы выполняют, вероятно, защитную функцию. Изучение биологии плодоношения *O. basilicum* на примере тех же образцов показало, что созревание семян идет в том же направлении, что и цветение. Побурение чашечки и семян наблюдается уже при массовом цветении растений. Разница между началом созревания семян в первой паре цимоидов тирса и цветением в цимоидах верхних ярусов тирса по нашим наблюдениям составляет 9 – 11 пар цимоидов. Массовое созревание семян совпадает с окончанием цветения тирсов парциальных соцветий.

Цветение *O. sanctum* и *O. gratissimum* продолжительностью 30 – 45 дней также начинается с центральных цветков нижней пары цимоидов центрального тирса (рис. 1, б). Но затем последовательность раскрытия цветков этих видов имеет существенные различия по сравнению с *O. basilicum*: цветение не распространяется на боковые цветки цимоида, а начинают раскрываться центральные цветки цимоидов следующего порядка и так далее, пока процесс цветения не достигнет полностью развитой пары цимоидов на конце соцветия. Это более наглядно, чем у *O. basilicum*, подтверждает цимоидную природу соцветий или “полумутовок”. Далее цветение продолжается снизу вверх на боковых цветках цимоидов. Одновременно на одном тирсе из четырех пар цимоидов (из двух – трех цветков каждого цимоида) может цвести 10 – 13 цветков у растений *O. sanctum* и 5 – 7 цветков у *O. gratissimum*. Изменений в скорости цветения в течение дня с повышением дневных температур воздуха не наблюдалось. Эти виды также следует отнести к группе растений с дневным типом распускания цветков.

Таким образом, одновременно происходит медленное нарастание тирса и образование следующих пар цимоидов, цветение центральных цветков цимоидов верхних ярусов и последовательное распускание боковых цветков цимоидов в акропетальном направлении. По мере отцветания цветков центрального тирса, начинается аналогичное цветение боковых тирсов центральной оси, а затем – на парциальных соцветиях 1-го, а потом 2-го порядков, что уже происходит, как и у растений *O. basilicum*.

Сходный с *O. basilicum* механизм раскрытия и протандрия цветков также наблюдался у *O. sanctum* и *O. gratissimum*. Но цветение отдельного цветка значительно продолжительнее: время от раскрытия бутона до опадания венчика после оплодотворения цветка составляет не менее 12 – 18 часов. После оплодотворения семяпочек у видов *O. sanctum* и *O. gratissimum* опадает венчик, а затем и столбик пестика. По мере созревания семян, чашечка разрастается незначительно и менее чем у *O. basilicum*, становится более жесткой и приобретает коричневый цвет. Ее шиловидные зубцы также выполняют, вероятно, защитную функцию. У растений *O. sanctum* зев чашечки остается открытым, созревшие семена осыпаются, поэтому необходимо периодически проводить выборочный сбор тирсов с созревшими семенами. У *O. gratissimum* после оплодотворения семяпочек средние нижние зубцы чашечки цветка по мере усыхания загибаются, прикрывая ее зев. Зрелые семена не осыпаются, что позволяет проводить сбор семян в конце вегетации растений.

Выявленные особенности биологии цветения видов *Ocimum* позволили прогнозировать сроки созревания семян отдельной особи в условиях интродукции. Было выяснено, что скорость созревания семян изученных образцов *O. basilicum* различна. Так, у образца Р.1 в течение одного дня созревает в среднем 66% семян одной пары цимоидов. Следовательно, в тирсе, состоящем, в среднем, из 8 – 10 пар цимоидов, семена созревают за 12,1 – 15,0 дней. У образца М.1 созревает 56% семян пары цимоидов в день, а тирс – за 14,3 – 17,9 дней. У образца Р.7, цветение и плодоношение которого наступает позднее, скорость этих процессов выше и в течение дня созревает 80% семян пары цимоидов. Поэтому, семена тирса с тем же средним количеством пар цимоидов созревают за 10,0 – 12,5 дней. У образца D.1 цветение и плодоношение более продолжительное и в течение дня созревает 50 % семян пары цимоидов, а семена одного тирса – за 16 – 20 дней. Наименьшая скорость созревания семян в цимоидах (35%) определена у *var. minimum* (m.1) – 7 – 10 дней для тирса из 4 – 6 пар цимоидов. Скорость созревания семян у всех изученных образцов в течение периода семеношения сохраняется постоянной величиной. Полученные данные позволяют прогнозировать сроки созревания семян в отдельном соцветии с начала его цветения или созревания.

Специфика хода цветения у видов *O. sanctum* и *O. gratissimum* способствует более длительному процессу цветения, чем у растений *O. basilicum*, и затрудняет возможность проследить весь процесс в динамике.

Таким образом, получены морфометрические данные цветков изученных видов *Ocimum* и разновидностей *O. basilicum*, которые могут быть использованы в качестве дополнительных диагностических признаков. Выявлена однотипность цветения и семеношения у видов *Ocimum*. Особенности хода цветения в цимоидах тирсов позволяют судить об эволюционной продвинутости и высоком адаптивном потенциале *O. basilicum*. Цветение и семеношение у этого вида проходят значительно быстрее, чем у *O. sanctum* и *O. gratissimum*, последовательность раскрытия цветков, которых подтвердила цимовидную природу соцветий *Ocimum*. На интенсивность цветения *O. basilicum* влияет температурный и световой режимы дня: чем выше температура воздуха к середине дня (12 - 14 часов), тем больше цветков отцветает. В целом, протандрия цветков, длительность цветения видов рода *Ocimum* способствуют перекрестному опылению растений и увеличению количества оплодотворенных семян. Выявлена возможность прогнозирования сроков созревания семян в отдельном тирсе *O. basilicum* - наибольшая скорость созревания семян в отдельном тирсе составляет от 10 до 15 дней с момента оплодотворения семян и опадания венчика и наименьшая - до 20 дней, что в условиях интродукции имеет практическую значимость.

1. Пономарев А.Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника: В 5-ти т. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. - Т. 2. - С. 9 - 197.
2. Цвелев Н.Н. Семейство губоцветные (*Lamiaceae*, или *Labiatae*) // Жизнь растений / Под. Ред. А.Л. Тахтаджяна: В 6-ти т. - М.: Просвещение, 1981. - Т. 5. - Ч. 2. - С. 404 - 412.
3. Флора СССР: В 30-ти т. / Под ред. В.Л. Комарова. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. - Т. 21. - 704 с.
4. Методические указания по семеноведению интродуцентов. - М.: Наука, 1980. - 64 с.
5. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. - М.: Наука, 1973. - 256 с.
6. Дорофеев В.Ф., Лантев Ю.П., Чекалин Н.М. Цветение, опыление и гибридизация растений. - М.: Агропромиздат, 1990. - 144 с.
7. Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР - новые кормовые растения. - Л.: Наука, 1984. - 223 с.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 26.01.05

УДК 581.46: 581.141: 582.949.2

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *OCIMUM* L. В ДОНБАССЕ

О.К. Кустова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получены морфометрические данные цветков видов *Ocimum basilicum* L., *Ocimum sanctum* L. и *Ocimum gratissimum* L., которые являются дополнительными диагностическими признаками. Биология цветения и семеношения этих видов в Донбассе однотипны, протандрия и длительность цветения способствуют перекрестному опылению растений. Особенности хода цветения в цимоидах тирсов позволяют судить об эволюционной продвинутости и высоком адаптивном потенциале вида *O. basilicum*. Последовательность раскрытия цветков видов *O. sanctum* и *O. gratissimum* подтвердила цимовидную природу их соцветий. Определена наибольшая скорость созревания семян в отдельном тирсе *O. basilicum* - от 10 до 15 дней с момента оплодотворения семян и наименьшая - до 20 дней, что позволяет прогнозировать сроки созревания семян и имеет практическую значимость в условиях интродукции.

UDK 581.46: 581.141: 582.949.2

BIOMORPHOLOGIC PECULIARITIES OF FLOWERING AND FORECASTING THE TERMS OF SEED RIPENING OF SOME *OCIMUM*. L. SPECIES IN DONBASS.

O.K. Kustova

Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. Sci. of Ukraine

Morphometric data on flowers of *Ocimum basilicum* L., *Ocimum sanctum* L. and *Ocimum gratissimum* L. species have been obtained. The flowers are treated as additional diagnostic features. Biology of flowering and seminification of these species in Donbass are of the same type. Protandry and floescence duration contribute to cross-pollination of plants. Peculiarities of floescence course in cymoid of thyrse enable to suppose about evolutionary advancement and adaptive potential of *O. basilicum* species. Sequence of flowers opening of *O. sanctum* and *O. gratissimum* species confirmed cymoidous nature of *Ocimum* inflorescences. The highest rate of seed ripening in one *O. basilicum* thyrse is 10 to 15 days from the moment seed-bud fertilization, and the lowest one is up to 20 days, which is of a practical importance under conditions of introduction.