

РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

DOI: 10.15372/RMAR20220104

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ *CHAEROPHYLLUM AROMATICUM* (APIACEAE)
В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Н. Годин*, Т.В. Архипова

Московский педагогический государственный университет,
129164, Москва, ул. Кибальчича, 6, корп. 3, Россия; vn.godin@mpgu.ru

Изучена семенная продуктивность андромоноэичного вида *Chaerophyllum aromaticum*, многолетнего или двулетнего полурозеточного каудексового стержнекорневого поликарпического травянистого растения. Исследования проводили в естественных условиях Московской области с 2018 по 2021 г. по общепринятым методикам изучения семенного размножения растений. Показано, что семенная продуктивность особей зависит от степени разветвленности синфлоресценций (особи с двойными зонтиками на побегах I–II, I–III и I–IV порядков). *C. aromaticum* обладает высокой потенциальной и реальной семенной продуктивностью (до 3500 семян в расчете на особь) и долей обоеполых цветков, образующих полноценные и выполненные семена (92–93 % в расчете на особь). У особей с наименее и наиболее разветвленными синфлоресценциями потенциальная и реальная семенная продуктивность терминальных двойных зонтиков выше, чем отдельных двойных зонтиков на побегах следующих порядков. У особей с двойными зонтиками на побегах I–III порядков число семязачатков и семян в двойных зонтиках на побегах II порядка выше, чем у терминальных двойных зонтиков. У *C. aromaticum* параметры семенной продуктивности двойных зонтиков на побегах одного порядка ветвления закономерно увеличиваются с возрастанием разветвленности побеговой системы особей. Вклад семенной продуктивности двойных зонтиков в общую семенную продуктивность особей *C. aromaticum* зависит от степени разветвленности побеговой системы. При увеличении разветвленности синфлоресценций доля семенной продуктивности терминальных двойных зонтиков и двойных зонтиков на побегах II порядка постепенно уменьшается, а двойных зонтиков на побегах III порядков закономерно увеличивается за счет как их численного преобладания, так и, в некоторых случаях, большего числа образуемых ими семязачатков и семян. Высокая семенная продуктивность обеспечивает успешное семенное возобновление *C. aromaticum* в естественных условиях.

Ключевые слова: *Chaerophyllum aromaticum*, Apiaceae, семенная продуктивность, зонтик, синфлоресценция.

Для цитирования: В.Н. Годин, Т.В. Архипова. 2022. Семенная продуктивность *Chaerophyllum aromaticum* (Apiaceae) в Московской области. *Раст. мир Азиатской России*. 15(1):59–67. DOI 10.15372/RMAR20220104

ВВЕДЕНИЕ

Chaerophyllum aromaticum L. (бутень ароматный) – многолетнее или двулетнее полурозеточное каудексовое стержнекорневое поликарпическое травянистое растение, гемикриптофит, облигатный нитрофил (Plunkett et al., 2018). Ареал *C. aromaticum* охватывает значительную территорию европейской части России, Центральную, Южную, Восточную и Юго-Восточную Европу, Турцию и Грузию (Пименов, Остроумова, 2012). Данный вид относится к андромоноэичным растениям, у которых на одной особи формируются два типа цветков: обоеполые и тычиночные (Knuth, 1898; Годин, Перкова, 2017). У *C. aromaticum* в Московской обл. нами (Годин и др., 2021) выделено три типа особей по степени разветвленности синфлоресценций: а) особи с двойными зонтиками

на побегах I и II порядков; б) особи с двойными зонтиками на побегах I, II и III порядков; в) особи с двойными зонтиками на побегах I, II, III и IV порядков (рис. 1). Доля тычиночных цветков увеличивается при переходе от терминальных двойных зонтиков к двойным зонтикам на побегах IV порядка.

Семенная продуктивность – один из важных показателей состояния вида в естественных условиях произрастания (Salisbury, 1942; Работнов, 1969; Левина, 1981). Анализ данных по семенной продуктивности показывает, что многие авторы отмечают довольно низкий процент семенификации у представителей семейства Apiaceae. Например, по данным Е.В. Тюриной (1978), все изученные ею в Сибири виды из родов *Peucedanum* L., *Angelica* L., *Carum* L., *Seseli* L. характеризуются высокими

потенциальными возможностями и сравнительно низкой реальной семенной продуктивностью, поскольку завязывание семян не превышало 60 %. С другой стороны, *Aegopodium podagraria* L. (Годин, Архипова, 2019), наоборот, отличается высокой степенью завязывания семян, которая варьирует от 91.3 до 98.3 % в расчете на особь. Аналогичные данные получены и для некоторых других представителей этого семейства (Davila, Wardle, 2002; Rovira et al., 2004; Reuther, Claßen-Bockhoff, 2010; Gautam, Raina, 2019; Ajani, Claßen-Bockhoff, 2019, 2021). Такие кардинальные различия в показателях, приведенных у разных авторов, обусловлены особенностями методики изучения семенной продуктивности. Большинство исследователей при изучении потенциальной семенной продуктивности у зонтичных учитывают все цветки, образующиеся в простых и двойных зонтиках на побегах разных порядков, вне зависимости от их половой принадлежности. Другими словами, в анализ включаются тычиночные цветки, которые, естественно, не могут формировать плодов и семян. Такая методологическая ошибка приводит к некорректным результатам при изучении семенной продуктивности. На это указывала Р.Е. Левина (1981), которая рекомендовала при подсчете потенциальной семенной продуктивности из числа цветков соцветий исключить заведомо бесплодные, в том числе тычиночные цветки в зонтиках.

Как отмечала Р.Е. Левина (1981), особый интерес представляет изучение семенной продуктивности растений с половым ди- и полиморфизмом. Анализ доступной нам литературы не позволил выявить какой-либо информации о семенной продуктивности у *C. aromaticum*. Согласно данным К. Reuther и R. Claßen-Bockhoff (2013), *Chaerophyllum bulbosum* L. характеризуется высокой реальной семенной продуктивностью, доля сенификации в среднем составляет 71 %. Фрагментарность и отрывочность сведений о семенной продуктивности *C. aromaticum* определили цель и задачи данного исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основные исследования проведены в ценопопуляции (окр. пос. Павловская Слобода Московской обл.), описанной в сероольшатнике бутеновом, где проективное покрытие *C. aromaticum* достигало 50 %. Изучение семенной продуктивности проводили по общепринятым методикам (Работнов, 1969; Вайнагий, 1974; Тюрина, 1978, 1984; Левина, 1981). Для характеристики семенной продуктивности у *C. aromaticum* определяли потенциальную семенную продуктивность (число семязачатков на особь), реальную семенную продук-

тивность (число спелых неповрежденных завязавшихся семян на особь) и процентное соотношение между этими двумя показателями – процент завязывания семян или процент сенификации. Для этой цели в естественных условиях на 15 модельных особях (по 5 особей с разной степенью разветвленности синфлоресценций) (Годин и др., 2021) учитывали число всех двойных зонтиков в синфлоресценции, число лучей и простых зонтиков на побегах всех порядков ветвления. Число семязачатков в гинецее у видов семейства Ариáceе строго фиксировано – два, плод у видов этого семейства – сухой колонковый вислоплодик, распадающийся на два мерикарпия (Пименов, Остроумова, 2012), которые мы в дальнейшем будем называть семенами. Мы подсчитывали число всех завязавшихся плодов в пределах как простых, так и двойных зонтиков на побегах всех порядков ветвления в фазу молочно-восковой спелости, когда нет потерь от осыпания и хорошо отличаются завязавшиеся плоды от недоразвитых и сформированные семена от недоразвитых семязачатков в пределах плода.

Все полученные данные обработаны методами вариационной статистики (Sokal, Rolf, 2012). Для каждого изучаемого признака определяли пределы варьирования (min-max), среднее значение (M), его ошибку (m). Сравнение средних арифметических проводили с помощью t -критерия Стьюдента. Результаты вычислений представлены далее в табл. 1 и на рис. 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение семенной продуктивности *C. aromaticum* в Московской обл. показало следующее. Последовательность формирования и созревания плодов в синфлоресценциях у этого вида находится в прямой зависимости от последовательности цветения двойных зонтиков (Годин, Архипова, 2021). Первыми начинают развиваться и созревают плоды в терминальных двойных зонтиках, затем в двойных зонтиках на побегах II порядка и так далее. Временной разрыв между созреванием плодов в терминальном двойном зонтике и в двойном зонтике на побегах II порядка составляет от 7 до 10 дней. В пределах двойных зонтиков на побегах одного порядка ветвления цветение и завязывание плодов происходит синхронно (Годин, Архипова, 2021). Плоды созревают спустя 25–35 дней после начала формирования, а еще через 10–15 дней начинают осыпаться даже при легких порывах ветра.

Нами исследована семенная продуктивность *C. aromaticum* в условиях Московской обл. у всех вариантов особей, отличающихся степенью раз-

Таблица 1

Семенная продуктивность особей *Chaerophyllum aromaticum* с разной степенью разветвленности синфлоресценции

Seed set of *Chaerophyllum aromaticum* with different degree of synflorescences branching

Признак / Morphological feature	Min-max	M±m
1	2	3
Особь с зонтиками на побегах I–II порядка		
Терминальные двойные зонтика на главных побегах		
Число терминальных двойных зонтиков, шт.	1	1
Число простых зонтиков в терминальном зонтике, шт.	13–22	17.0 ± 1.5
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	10–14	12.0 ± 0.7
Число семян в простом зонтике, шт.	9–13	11.2 ± 0.7
Число семязачатков в терминальном зонтике, шт.	130–264	206.0 ± 22.9
Число семян в терминальном двойном зонтике, шт.	117–264	192.7 ± 23.2
Процент семенификации, %	90.0–100.0	92.9 ± 1.4
Двойные зонтики на побегах II порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	2–4	3.0 ± 0.3
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	15–21	17.3 ± 0.8
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	8–12	10.3 ± 0.6
Число семян в простом зонтике, шт.	7–12	9.7 ± 0.7
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	136–216	178.7 ± 11.8
Число семян в двойном зонтике, шт.	119–210	167.3 ± 13.3
Процент семенификации, %	87.5–100.0	93.2 ± 2.0
В целом на особь		
Число семязачатков, шт.	624–994	740.7 ± 56.1
Число семян, шт.	566–909	690.5 ± 54.0
Процент семенификации, %	88.0–100.0	93.2 ± 1.8
Особь с зонтиками на побегах I–III порядков		
Терминальные двойные на главных побегах		
Число терминальных двойных зонтиков, шт.	1	1
Число простых зонтиков в терминальном зонтике, шт.	11–14	12.0 ± 0.4
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	14–18	14.7 ± 0.6
Число семян в простом зонтике, шт.	12–17	13.7 ± 0.7
Число семязачатков в терминальном зонтике, шт.	154–252	177.3 ± 13.9
Число семян в терминальном двойном зонтике, шт.	132–238	165.5 ± 14.0
Процент семенификации, %	85.7–100.0	93.1 ± 1.7
Двойные зонтики на побегах II порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	3–5	4.2 ± 0.3
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	13–19	16.0 ± 0.7
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	12–16	13.0 ± 0.6
Число семян в простом зонтике, шт.	11–15	12.3 ± 0.6
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	180–228	206.0 ± 6.9
Число семян в двойном зонтике, шт.	176–228	195.7 ± 7.3
Процент семенификации, %	91.7–100.0	95.0 ± 1.5
Двойные зонтики на побегах III порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	1–8	3.7 ± 1.0
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	10–16	14.5 ± 0.9
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	6–10	7.0 ± 0.6
Число семян в простом зонтике, шт.	5–8	6.0 ± 0.5
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	60–150	101.7 ± 10.9
Число семян в двойном зонтике, шт.	50–120	87.3 ± 8.8
Процент семенификации, %	80.0–100.0	86.3 ± 2.7
В целом на особь		
Число семязачатков, шт.	948–1882	1411.0 ± 137.9
Число семян, шт.	926–1652	1295.8 ± 108.7
Процент семенификации, %	87.8–99.1	92.6 ± 1.8

Окончание табл. 1

1	2	3
Особь с зонтиками на побегах I–IV порядков		
Терминальные двойные на главных побегах		
Число терминальных двойных зонтиков, шт.	1	1
Число простых зонтиков в терминальном зонтике, шт.	16–17	16.5 ± 0.2
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	24–28	26.3 ± 0.6
Число семян в простом зонтике, шт.	23–27	25.7 ± 0.6
Число семязачатков в терминальном зонтике, шт.	408–476	434.3 ± 9.6
Число семян в терминальном двойном зонтике, шт.	391–459	423.3 ± 9.6
Процент семенификации, %	95.8–100.0	97.5 ± 0.7
Двойные зонтики на побегах II порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	4–6	5.0 ± 0.3
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	16–21	17.7 ± 0.7
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	16–18	16.7 ± 0.4
Число семян в простом зонтике, шт.	15–17	16.0 ± 0.3
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	256–378	295.3 ± 16.4
Число семян в двойном зонтике, шт.	240–357	283.3 ± 14.7
Процент семенификации, %	93.8–100.0	96.1 ± 1.1
Двойные зонтики на побегах III порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	3–9	7.0 ± 0.9
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	17–22	19.2 ± 0.8
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	8–10	9.3 ± 0.4
Число семян в простом зонтике, шт.	7–10	8.5 ± 0.4
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	136–220	180.0 ± 13.2
Число семян в двойном зонтике, шт.	126–220	164.0 ± 13.0
Процент семенификации, %	80.0–100.0	91.3 ± 2.9
Двойные зонтики на побегах IV порядка		
Число двойных зонтиков, шт.	2–5	2.7 ± 0.5
Число простых зонтиков в двойном зонтике, шт.	11–15	13.2 ± 0.5
Число семязачатков в простом зонтике, шт.	2–6	3.7 ± 0.6
Число семян в простом зонтике, шт.	1–5	2.8 ± 0.5
Число семязачатков в двойном зонтике, шт.	24–84	48.7 ± 8.2
Число семян в двойном зонтике, шт.	14–70	37.5 ± 7.2
Процент семенификации, %	50.0–100.0	76.4 ± 6.0
В целом на особь		
Число семязачатков, шт.	1952–4042	3322.3 ± 302.9
Число семян, шт.	1862–3574	3080.7 ± 255.3
Процент семенификации, %	88.4–98.3	93.2 ± 1.2

Примечание. Min-max – минимальные и максимальные значения признака, М – среднее арифметическое значение признака, m – ошибка среднего арифметического.

Note. Min-max – minimum and maximum values of feature; M – mean value; m – mean error.

ветвления синфлоресценций (табл. 1). *C. aromaticum* характеризуется большой как потенциальной (от 624 до 4042 семязачатков в расчете на особь), так и реальной (от 566 до 3574 семян на особь) семенной продуктивностью, а также высоким процентом семенификации особей, который варьирует от 88 до 100 % (см. табл. 1). Потенциальная и реальная семенная продуктивность особей закономерно увеличивается по мере возрастания степени разветвленности синфлоресценций, достигая максимума у особей с двойными зонтиками на побегах I–IV порядков. Отмечена высокая сред-

няя завязываемость семян у данного вида, которая варьировала от 76.4 до 93.2 % в двойных зонтиках на побегах разных порядков ветвления. Рассмотрим более подробно компоненты семенной продуктивности у особей, отличающихся по разветвленности их синфлоресценций.

У особей с двойными зонтиками на побегах I–II и I–IV порядков, другими словами, у наименее и наиболее разветвленных, прослеживается вполне определенная закономерность: терминальные двойные зонтики обладают самой высокой как потенциальной, так и реальной семенной продуктив-

ностью (см. табл. 1). При возрастании порядка побега, несущего двойные зонтики, число семязачатков и образующихся из них семян закономерно снижается, и двойные зонтики на побегах IV порядка характеризуются минимальной потенциальной и реальной семенной продуктивностью. Последний факт обусловлен тем, что в этом же направлении уменьшается число цветков в простых и двойных зонтиках, число простых зонтиков в составе двойных зонтиков и одновременно увеличивается доля тычиночных цветков, не способных завязывать плоды и формировать семена (Годин и др., 2021).

У особей с двойными зонтиками на побегах I–III порядков выявлено иное соотношение: потенциальная и реальная семенная продуктивность двойных зонтиков на побегах II порядка выше, чем у терминальных двойных зонтиков. Связано это с тем, что у таких особей в двойных зонтиках на побегах II порядка отмечается увеличение числа простых зонтиков, входящих в состав двойных зонтиков, и числа цветков в простых зонтиках, в результате чего соответственно возрастает число обоеполых цветков, образующих семена. Как нами было сказано (Годин и др., 2021), такая ситуация обусловлена компенсационным эффектом: возрастание доли тычиночных цветков, на формирование которых расходуется значительно меньше пластических веществ, чем на образование обоеполых цветков, в дальнейшем развивающих плоды и семена, способствует увеличению числа цветков в простых зонтиках и числа простых зонтиков в составе двойных зонтиков.

Для всех типов особей по степени разветвленности синфлоресценций характерно снижение потенциальной и реальной семенной продуктивности в двойных зонтиках в направлении от периферических простых зонтиков к внутренним. Такое явление связано с уменьшением как общего числа цветков, так и числа обоеполых цветков в простых зонтиках при переходе от краевых к внутренним (см. табл. 1).

Двойные зонтики на побегах I–IV порядков вносят разный вклад в общую семенную продуктивность особей, которые отличаются строением синфлоресценций (рис. 1, 2). У наименее разветвленных особей за счет численного преобладания двойных зонтиков на побегах II порядка ветвления (терминальный двойной зонтик всегда один, а число двойных зонтиков на побегах следующего порядка составляет в среднем 3) вклад в общую семенную продуктивность терминального двойного зонтика составляет лишь около 30 % (см. рис. 1, 2). При увеличении степени разветвленности синфлоресценций доля семенной продуктивности терминального двойного зонтика постепенно снижается до 12–13 %. Также уменьшается вклад зонтиков на побегах II порядка до 63 и 48 % (соответственно у особей с двойными зонтиками на побегах II и III порядков). При этом наблюдается увеличение в общей семенной продуктивности доли семян, образующихся в двойных зонтиках на побегах III порядка ветвления с 22 до 36 % (у особей с наиболее разветвленными синфлоресценциями). Все эти изменения обусловлены тем фактом, что число двойных зонтиков на побегах III поряд-

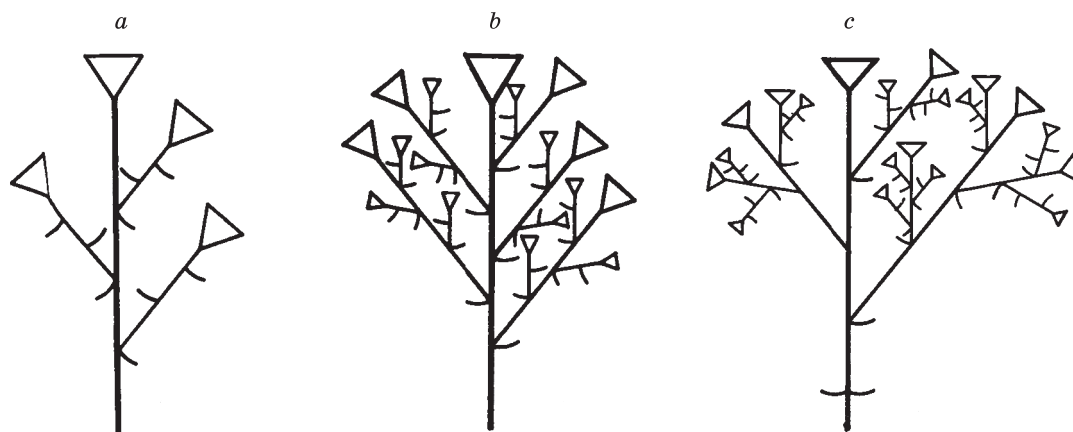


Рис. 1. Разная степень разветвленности синфлоресценций у особей *Chaerophyllum aromaticum*.

a – особи с зонтиками на побегах I–II порядков, *b* – I–III порядков, *c* – I–IV порядков ветвления.

Fig. 1. Different degrees of synflorescences branching in *Chaerophyllum aromaticum*.

a – an individual with umbels on shoots of first and second orders, *b* – an individual with umbels on shoots of first, second and third orders, *c* – an individual with umbels on shoots of first, second, third, and fourth orders.

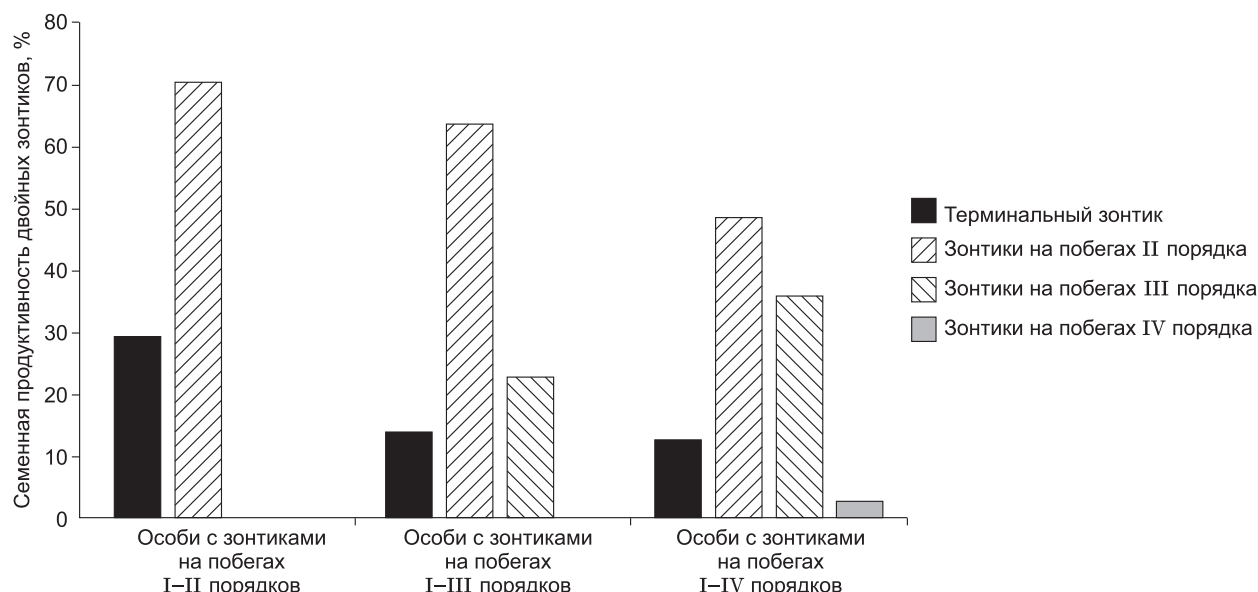


Рис. 2. Вклад двойных зонтиков на побегах разного порядка в семенную продуктивность у особей с разной степенью разветвленности синфлоресценций у *Chaerophyllum aromaticum*.

Fig. 2. Contribution of double umbels on shoots of different orders to seed set in individuals with different degrees of synflorescences branching in *Chaerophyllum aromaticum*.

On the X-axis – the types of individuals according to the degree of synflorescences branching; on the Y-axis – the proportion (%) of the seed set of double umbels on the shoots of the different orders.

ка увеличивается (в среднем 7.0 ± 0.5) в сравнении с двойными зонтиками на побегах предыдущего порядка (в среднем 5 ± 0.3 , см. табл. 1), а число обоеполюх цветков в них изменяется незначительно. Так, по нашим данным (Годин и др., 2021), у особей *C. aromaticum* с двойными зонтиками на побегах I–III и I–IV порядков доля тычиночных цветков в двойных зонтиках на побегах III порядка ветвления составляет 83.2 и 78.9 % соответственно. Совершенно иная ситуация отмечена нами у другого вида этого семейства – *Aegopodium podagraria* (Годин, Архипова, 2019; Годин и др., 2019). У последнего вида, несмотря на увеличение числа двойных зонтиков на побегах III порядка ветвления, вклад семян, получаемых от этих зонтиков, в общую семенную продуктивность особи равен 0, поскольку они состоят только из тычиночных цветков, которые не формируют семян. Следовательно, у *A. podagraria* не отмечается компенсаторного увеличения числа семян за счет резкого уменьшения доли в двойных зонтиках на побегах III порядка ветвления обоеполюх цветков, способных формировать полноценные семена. У особей *C. aromaticum* с разветвленными синфлоресценциями (см. рис. 1, 2) вклад в общую семенную продуктивность особи семян, формирующихся в двойных зонтиках на побегах IV порядка,

крайне мал и составляет около 3 %. Это связано с двумя факторами. Во-первых, число двойных зонтиков на побегах самого высокого порядка ветвления меньше (2.7 ± 0.5), чем на побегах предыдущего порядка (7.0 ± 0.5). Во-вторых, в двойных зонтиках на побегах IV порядка ветвления по сравнению с двойными зонтиками на побегах III порядка уменьшается общее число цветков ($с 22.2 \pm 0.8$ до 16.2 ± 0.5 соответственно) и одновременно увеличивается доля тычиночных цветков ($с 78.9$ до 87.6 % соответственно), которые не способны завязывать полноценные семена.

Процент семенификации у *C. aromaticum* довольно высокий и варьирует от 50 до 100 % в зонтичках и зонтиках на побегах разного порядка ветвления. В целом можно констатировать, что с увеличением порядка побега завязываемость семян несколько снижается, хотя эти различия не всегда достоверны. Самый низкий показатель завязываемости семян у обоеполюх цветков в двойных зонтиках на побегах IV порядка. Последнее, скорее всего, обусловлено особенностями цветения цветков в таких зонтиках у особей данного вида. В исследованных условиях выявлено небольшое число особей с двойными зонтиками на побегах IV порядка. Следовательно, во время прохождения рыльцевой стадии развития обоеполюх цветков на

побегах IV порядка крайне мало особей, которые бы находились в тычиночной стадии цветения и могли быть донорами пыльцы. С другой стороны, если между двойными зонтиками на побегах I–III порядков возможно наличие гейтоногамии за счет переноса пыльцы с цветков на побегах более высокого порядка на рыльца цветков на побегах более низкого порядка, то в случае цветения цветков на побегах IV порядка такая возможность полностью исключается (Endress, 2020; Годин, Архипова, 2021). В результате иногда половина обоеполюх цветков в простых зонтиках, входящих в состав двойных зонтиков на побегах IV порядка, не образует плодов и не завязывает семян.

Семенное возобновление – преобладающий способ поддержания численности в популяциях *C. aromaticum*. Вегетативное размножение у этого вида возможно только путем партикуляции особей в сенильном периоде онтогенеза. Встречается редко и не вносит ощутимого вклада в поддержание численности особей. Образование большого числа семян обеспечивает успешное существование *C. aromaticum* в разных типах сообществ, где он может быть ассектатором, доминантом и создателем. В европейской части России *C. aromaticum* приурочен преимущественно к зоне хвойно-широколиственных лесов и входит в состав травостоя различных ассоциаций, образованных *Alnus incana* (L.) Moench (*Deschampsio-Alnetum incanae*, *Chelidonio-Alnetum incanae*, *Oxalido-Alnetum incanae*, *Aegopodio-Alnetum incanae*, *Galeobdolo-Alnetum incanae*, *Chaerophyllo-Alnetum incanae*, *Urtico-Alnetum incanae* и *Filipendulo-Alnetum incanae*) (Василевич, 1998; Василевич, Бибикина, 2002).

ВЫВОДЫ

1. *Chaerophyllum aromaticum* обладает высокой потенциальной и реальной семенной продуктивностью (до 3500 семян в расчете на особь) и долей обоеполюх цветков, образующих полноценные и выполненные семена (92–93 % в расчете на особь), что зависит от степени разветвленности синфлоресценций.

2. В пределах особи параметры семенной продуктивности двойных зонтиков зависят от степени разветвленности побеговой системы *C. aromaticum*. У особей с наименее и наиболее разветвленными синфлоресценциями потенциальная и реальная семенная продуктивность терминальных двойных зонтиков выше, чем отдельных двойных зонтиков на побегах следующих порядков. У особей с двойными зонтиками на побегах I–III порядков потенциальная и реальная семенная продук-

тивность двойных зонтиков на побегах II порядка выше, чем у терминальных двойных зонтиков.

3. У особей *C. aromaticum* с разным строением синфлоресценций параметры семенной продуктивности двойных зонтиков на побегах одного порядка ветвления закономерно увеличиваются с возрастанием разветвленности побеговой системы.

4. Вклад семенной продуктивности двойных зонтиков в общую семенную продуктивность особей *C. aromaticum* зависит от степени разветвленности побеговой системы. При увеличении разветвленности синфлоресценций доля семенной продуктивности терминальных двойных зонтиков и двойных зонтиков на побегах II порядка постепенно уменьшается, а двойных зонтиков на побегах III порядка закономерно увеличивается за счет как их численного преобладания, так и, в некоторых случаях, большего числа образуемых ими семязачатков и семян.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Вайнагий И.В. 1974. О методике изучения семенной продуктивности растений. *Бот. журн.* 59(6): 826–831. [Vaynagiy I.V. 1974. On the method of studying of seed productivity of plants. *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 59(6):826–831. (In Russian)]
- Василевич В.И. 1998. Сероольшатники Европейской России. *Бот. журн.* 83(8):28–42. [Vasilevich V.I. 1998. White alder forests in European Russia. *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 83(8):28–42. (In Russian)]
- Василевич В.И., Бибикина Т.В. 2002. Широколиственные леса северо-запада Европейской России. II. Типы липовых, кленовых, ясеневых и ильмовых лесов. *Бот. журн.* 87(2):48–61. [Vasilevich V.I., Bibikova T.V. 2002. Nemoral forests in the North-West of European Russia. II. Types of lime, maple, ash and elm forests. *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 87(2):48–61. (In Russian)]
- Годин В.Н., Архипова Т.В. 2019. Семенная продуктивность *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) в Московской области. *Изв. высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки.* 3:5–15. [Godin V.N., Arkhipova T.V. 2019. Seed production of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) in Moscow region. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Povolzhskij Region. Estestvennye Nauki = University Proceedings. Volga Region. Natural Sciences.* 3:5–15. (In Russian)]. DOI: 10.21685/2307-9150-2019-3-1
- Годин В.Н., Архипова Т.В. 2021. Особенности цветения *Chaerophyllum aromaticum* (Apiaceae) в Московской области. *Раст. мир Азиатской России.* 2:112–121. [Godin V.N., Arkhipova T.V. 2021. Flowering biology of *Chaerophyllum aromaticum* (Apiaceae) in Moscow region. *Rastitel'nyj Mir Aziatskoj Rossii =*

- Flora and Vegetation of Asian Russia*. 2:112-121. (In Russian)]. DOI: 10.15372/RMAR20210202
- Годин В.Н., Архипова Т.В., Тагиева А.Н. 2021.** Андроменоэция и ее проявление в соцветиях *Chaerophyllum aromaticum* (Apiaceae) в Московской области. *Бот. журн.* 106(4):382-396. [Godin V.N., Arkhipova T.V., Tagieva A.N. 2021. Andromonoecy of *Chaerophyllum aromaticum* (Apiaceae) in Moscow region. *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 106(4):382-396. (In Russian)]. DOI: 10.31857/S0006813621040117
- Годин В.Н., Дозорова С.В., Архипова Т.В. 2019.** Андроменоэция у *Aegopodium podagraria* L. (Apiaceae) в Московской области. *Вестн. Том. гос. ун-та. Биология*. 45:47-68. [Godin V.N., Dozorova S.V., Arkhipova T.V. 2019. Andromonoecy of *Aegopodium podagraria* (Apiaceae) in Moscow region. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya = Tomsk State University. Journal of Biology*. 45:47-68. (In Russian)]. DOI: 10.17223/19988591/45/3
- Годин В.Н., Перкова Т.В. 2017.** Биология цветения и половой полиморфизм у видов семейства Apiaceae (Московская область). *Бот. журн.* 102(1):35-47. [Godin V.N., Perkova T.V. 2017. Flowering biology and sexual polymorphism in the Apiaceae species (Moscow region). *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 102(1):35-47. (In Russian)]. DOI: 10.1134/S0006813617010033
- Левина Р.Е. 1981.** Репродуктивная биология семенных растений (обзор проблемы). М. 96 с. [Levina R.E. 1981. Reproductive biology of seed plants (Problem review). Moscow. 96 p. (In Russian)]
- Пименов М.Г., Остроумова Т.А. 2012.** Зонтичные (Umbelliferae) России. М. 477 с. [Pimenov M.G., Ostroumova T.A. 2012. Umbelliferae of Russia. Moscow. 477 p. (In Russian)]
- Работнов Т.А. 1969.** Итоги изучения семенного размножения растений на лугах СССР. *Бот. журн.* 54(6):817-833. [Rabotnov T.A. 1969. The results of the investigation of plant reproduction by seeds in the meadows of the USSR. *Botanicheskii Zhurnal = Botanical Journal*. 54(6):817-833. (In Russian)]
- Тюрина Е.В. 1978.** Интродукция зонтичных в Сибири. Новосибирск. 240 с. [Tyurina E.V. 1978. Introduction of the Umbelliferae in Siberia. Novosibirsk. 240 p. (In Russian)]
- Тюрина Е.В. 1984.** К методике определения семенной продуктивности видов сем. Apiaceae. *Раст. ресурсы*. 20(4):572-577. [Tyurina E.V. To the method of determining the seed productivity of species of the family Apiaceae. *Rastitelnye resursy = Plant Resources*. 20(4):572-577. (In Russian)]
- Ajani Y., Claßen-Bockhoff R. 2019.** Reproductive ecology of *Seseli ghafoorianum* (Apiaceae) restricted to rocky cliffs in Iran. *Turkish J. Bot.* 43(3):343-357. DOI: 10.3906/bot-1808-52
- Ajani Y., Claßen-Bockhoff R. 2021.** The unique inflorescence structure of *Dorema aucheri* (Apiaceae): An adaptation to the arid environment. *J. Arid Environm.* 2021. 184, 104194. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2020.104194
- Davila Y.C., Wardle G.M. 2002.** Reproductive ecology of Australian herb *Trachymene incisa* subsp. *incisa* (Apiaceae). *Australian J. Bot.* 50(5):619-626. DOI: 10.1071/bt02001
- Endress P.K. 2020.** Structural and temporal modes of heterodichogamy and similar patterns across angiosperms. *Bot. J. Linn. Soc.* 193(1):5-18. DOI: 10.1093/botlinnean/boaa001
- Gautam K., Raina R. 2019.** Floral architecture, breeding system, seed biology and chromosomal studies in endangered Himalayan *Angelica glauca* Edgew. (Apiaceae). *Caryologia*. 72(3):23-34. DOI: 10.13128/caryologia-755
- Knuth P. 1898.** Handbuch der Blütenbiologie. Bd 2. T. 1. Leipzig. 705 S. (In German)
- Plunkett G.M., Pimenov M.G., Reduron J.P., Kljukov E.V., van Wyk B.E., Ostroumova T.A., Henwood M.J., Tilney P.M., Spalik K., Watson M.F., Lee B.Y., Pu F.D., Webb C.J., Hart J.M., Mitchell A.D., Muckensturm B. 2018.** Apiaceae. *Flowering Plants. Eudicots. Apiales, Gentianales (except Rubiaceae)*. Springer. P. 9-206. DOI: 10.1007/978-3-319-93605-5_2
- Reuther K., Claßen-Bockhoff R. 2010.** Diversity behind uniformity inflorescence architecture and flowering sequence in Apiaceae-Apioideae. *Plant Diversity and Evolution*. 128(1-2):181-220. DOI: 10.1127/1869-6155/2010/0128-0009
- Reuther K., Claßen-Bockhoff R. 2013.** Andromonoecy and developmental plasticity in *Chaerophyllum bulbosum* (Apiaceae-Apioideae). *Ann. Bot.* 112(8):1495-1503. DOI: 10.1093/aob/mct073
- Rovira A.M., Bosch M., Molero J., Blanché C. 2004.** Pollination ecology and breeding system of the very narrow coastal endemic *Seseli farrenyi* (Apiaceae). Effects of population fragmentation. *Nordic J. Bot.* 22(6):727-740. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2002.tb01936.x
- Salisbury E.J. 1942.** The reproductive capacity of plants: studies in quantitative biology. London. 244 p.
- Sokal R.R., Rohlf F.J. 2012.** Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. New York. 937 p.

SEED SET OF *CHAEROPHYLLUM AROMATICUM* (APIACEAE) IN MOSCOW REGION

Vladimir N. Godin, Tatiana V. Arkhipova

Moscow Pedagogical State University,

Moscow, Russia; vn.godin@mpgu.su

We studied the seed set of the andromonoecious *Chaerophyllum aromaticum* (Broadleaf chervil), a perennial or biennial polycarpic herbaceous plant. Our survey was carried out in natural conditions of the Moscow region from 2018 to 2021 according to generally accepted methods of studying plant seed sets. We showed that the seed set of individuals depends on the degree of synflorescences branching. Broadleaf chervil has three types of individuals with double umbels on shoots of I–II, I–III, and I–IV orders. *C. aromaticum* has a high potential (number of ovules per individuals) and real (number of seeds per individuals) seed set (up to 3500 seeds per individual) and the proportion of perfect flowers forming full seeds (92–93 % per individual). The potential and real seed set of terminal double umbels is higher than that of individual double umbels on shoots of the following orders in individuals with the least and most branched synflorescences. In individuals with double umbels on shoots of I–III orders, the number of ovules and seeds in double umbels on shoots of II order is higher than in terminal double umbels. In Broadleaf chervil, the seed set of double umbels on shoots of the same branching order naturally increases with an increase in the branching of the shoot system. The contribution of the seed set of double umbels to the total seed set of *C. aromaticum* individuals also depends on the degree of synflorescences branching. With an increase in the branching of the shoot system, the share of seed set of terminal double umbels and double umbels on second-order shoots gradually decreases. These characteristics of double umbels on third-order shoots naturally increase due to both their numerical predominance and, in some cases, a greater number of ovules and seeds formed by them. A high seed set ensures successful seed reproduction of Broadleaf chervil in natural conditions.

Key words: *Chaerophyllum aromaticum*, *Apiaceae*, seed set, umbel, synflorescence.

For citation: V.N. Godin, T.V. Arkhipova. 2022. Seed set of *Chaerophyllum aromaticum* (Apiaceae) in Moscow region. *Rastitel'nyi Mir Aziatskoj Rossii = Flora and Vegetation of Asian Russia*. 15(1):59–67. DOI 10.15372/RMAR20220104

ORCID ID

V.N. Godin 0000-0002-2825-0437

T.V. Arkhipova 0000-0001-8845-7918

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Received by the editors 22.08.2021

Принята к публикации / Accepted for publication 10.01.2022