

Гетеромерикарпия *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Umbelliferae = Apiaceae)

DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-156-163



УДК 582.893.6:612.741.7 (470.23)

Поступление/Received: 17.06.2020

Принято/Accepted: 23.12.2020

К. Г. ТКАЧЕНКО

Ботанический институт им. В.Л. Комарова
Российской академии наук,
197376 Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Профессора Попова, 2
✉ ktkachenko@binran.ru

Heteromerocarpy of *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Umbelliferae = Apiaceae)

К. Г. ТКАЧЕНКО

Komarov Botanical Institute
of the RAS,
2 Professora Popova Street,
St. Petersburg 197376, Russia
✉ ktkachenko@binran.ru

Актуальность. *Heracleum sosnowskyi* Manden. – известное кормовое растение, которое в настоящее время захватывает все больше территорий не только в странах бывшего СССР, но и Европы. В последние годы включен в списки инвазионных видов. Мерикарпии (плоды, которые условно называют семенами) видов рода *Heracleum* L. характеризуются недоразвитым зародышем и сложным морфофизиологическим типом покоя. **Методы.** В период с 2014 по 2019 г. собирали плоды *H. sosnowskyi* около населенных пунктов Выборгского и Гатчинского районов Ленинградской области. Определяли размеры семян и массу 1000 шт. Проращивали в условиях лаборатории (22–24°C) в чашках Петри на фильтровальной бумаге в трехкратной повторности. **Результаты.** Крупные семена краевых зонтичков центрального зонтика имеют максимальные размеры. Их длина – от 0,6 до 1,4 см, ширина – от 5 до 11 мм, масса 1000 шт. – от 9 до 18 г. Длина мелких плодов от 7 до 9 мм, ширина их от 3 до 5 мм, масса 1000 шт. – от 10,5 до 11,8 г. Прорастание семян, собранных в конце лета, растянуто. В лабораторных условиях появление первых всходов отмечали через 5–7 дней. При хранении плодов в лаборатории их всхожесть снижается. Стратифицированные семена имели всхожесть от 55 до 99%. **Заключение.** На биометрические параметры мерикарпии *H. sosnowskyi* незначительное влияние оказывают место произрастания и год созревания. В лабораторных условиях семена *H. sosnowskyi*, собранные в августе, прорастают от 3 до 15%. В годы с теплой и продолжительной осенью часть плодов прорастает в год созревания и успевает достичь ювенильного состояния. Мерикарпии, которые не осыпались осенью, не были сбиты дождями и снегом, распространяются в зимнее морозное время ветром по снежному насту. Молодые розетки и/или отдельно стоящие генеративные особи *H. sosnowskyi* были зафиксированы на удалении 150–300 метров по розе ветров от зарослей борщевика вдоль дорог, в том числе и на новых вырубках.

Выполненные мерикарпии сохраняют жизнеспособность не менее трех лет. При хранении плодов борщевика в лабораторных условиях они теряют всхожесть в течение года.

Ключевые слова: разнокачественность плодов, латентный период, всхожесть, распространение семян, борщевик сосновского.

Background. *Heracleum sosnowskyi* Manden. (family Umbelliferae = Apiaceae) is included in the lists of invasive species in many regions of Russia and European countries. Mericarps (fruits conventionally called seeds) of *Heracleum* L. spp. are characterized by an underdeveloped embryo and a complex morphophysiological type of dormancy; two-stage stratification is needed for their germination. **Methods.** In the period from 2014 to 2019, fruits of *H. sosnowskyi* were collected near settlements in Vyborg and Gatchina Districts, Leningrad Province; collecting was carried out from August through March. Seed size and 1000 seed weight were measured. Germination experiments were performed in the laboratory (22–24°C) monthly, from the time of collection in August until May. Seeds were germinated in Petri dishes on filter paper with three replications. **Results.** Large seeds on marginal umbellules of the central umbel were the largest in size. Their length was from 0.6 to 1.4 cm, width from 5 to 11 mm, and 1000 seed weight from 9 to 18 g. The length of smaller fruits was from 7 to 9 mm, width from 3 to 5 mm, and 1000 seed weight from 10.5 to 11.8 g. Germination of seeds collected in late summer was protracted. Under laboratory conditions, the emergence of the first seedlings was observed after 5–7 days. For the fruits stored in the laboratory, germination was reduced. Germination rate of stratified seeds varied from 55 to 99%. **Conclusion.** The biometric parameters of *H. sosnowskyi* mericarps were slightly affected by the place of growth and the year of maturation. Under laboratory conditions, *H. sosnowskyi* seeds collected in August showed germination rates from 3 to 15%. In years with a warm and long autumn, part of the fruit germinated in the year of maturation and managed to reach their juvenile state. Plump mericarps remained viable for at least three years. Sosnowsky's hogweed fruits stored under laboratory conditions lost their germination ability within a year.

Key words: different quality of fruits, latent period, germination, seed expansion, Sosnowsky's hogweed.

Введение

Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden., сем. Umbelliferae = Apiaceae) из нового перспективного нетрадиционного кормового вида растений в середине XX века (Satsyregova, 1984) в конце века превратился в инвазионный вид, который уже в XXI веке с каждым годом захватывает все большие территории не только в пределах стран бывшего СССР, но и Европы (Jahodová et al., 2007; Vinogradova, Kuklina, 2012; Mysnik, 2013; Afonin et al., 2017). Тем не менее, виды этого рода могут быть использованы в качестве полезного технического растения – источника эфирных масел, сахаров – сырья для биоэтанола и биотоплива, технического картона, пеллет (топливных гранул), активированного угля (Tkachenko, 2014, 2015; Tkachenko, Krasnov, 2018), и в качестве лекарственного (антиоксидантного, антидиабетического) растения (Dehghan et al., 2017; Yaman et al., 2017; Zhang et al., 2017).

Плод борщевика – сухой дробный колонковый вислоплодник, распадающийся на два плоских полуплодика – мерикарпия, которые условно называют семенами. Краевые ребра крыловидные, способствующие распространению семян ветром (анемохория). Из данных литературы известно (Nikolaeva et al., 1985), что мерикарпии видов рода Борщевик характеризуются недоразвитым зародышем и сложным морфофизиологическим типом покоя, и для их прорастания нужна двухэтапная стратификация от 30–60 до 120 дней (теплая для доразвития зародыша и холодная для устранения физиологического механизма торможения). Холодная стратификация семян способствует повышению их всхожести (Moravcová et al., 2005; 2007). Однако при хранении они быстро теряют всхожесть (Skurpchenko, 1989). Показано, что местоположение семени в соцветии определяет степень его развития. Эмбрионы мерикарпиев, сформированные в центральном зонтике, к моменту созревания достигают фазы «торпеды», в то время как эмбрионы мерикарпиев в зонтиках первого порядка достигают фазы «сердца», что рассматривается как адаптация растений для занятия среды обитания и способствует формированию банка семян в почве (Krinke et al., 2005; Jurkonienė et al., 2016).

Цель работы – выявить особенности разнокачественности плодов и латентного периода *Heracleum sosnowskyi*.

Материал и методы

Для выявления разнокачественности плодов и особенностей латентного периода в период с 2014 по 2019 г. собирали плоды – мерикарпии *H. sosnowskyi* около населенных пунктов Выборгского и Гатчинского районов Ленинградской области. Сбор осуществляли с августа по март. Собрали их с нескольких (от 5 до 10) особей (с центрального зонтика и зонтиков I порядка) в один пакет – «средний образец» (общей массой от 300 до 500 г). При возможности дополнительно отдельно собирали плоды центрального зонтика и отдельно с зонтиков первого порядка (с 3–5 растений) (каждый образец общей массой по 100–200 г). Зонтики второго порядка часто состоят только из функционально мужских цветков (рисунок), и, следовательно, не образуют семян (Tkachenko, 1989). В лаборатории семена подсушивали, очищали от мусора, отвеивали, для опытов отбирали выполненные семена, отделяя пустые (щуплые,

невыполненные, дефектные). Далее семена разделяли на фракции по размерам на почвенных ситах с диаметром ячеек 10, 7 и 5 мм. Для каждой фракции определяли биометрические параметры: для измерения размеров семян использовали электронный штангенциркуль АТТ-7015 (Россия), измерения проводили для 100–150 семян; массу 1000 шт. каждой партии семян определяли на лабораторных аналитических весах ВЛТЭ-210 (Россия). Затем часть из собранных семян хранили в лабораторных условиях, а другую часть помещали в капроновые мешочки, которые закапывали в горшки с промытым крупным песком и поливали. Далее горшки с семенами прикапывали в условиях открытого грунта – для прохождения естественной стратификации. Часть таким образом подготовленных семян (в капроновых мешочках, в горшках) размещали и в холодильной камере при +5°C. Опыты на проращивание ставили в условиях лаборатории (22–24°C) ежемесячно, с момента сбора в августе до мая месяца, отслеживали прорастание в течение 30–60 дней. Проращивание проводили традиционным способом – в чашках Петри на намоченной фильтровальной бумаге размещали по 50–100 штук семян в трехкратной повторности (Ishmutatova, Tkachenko, 2009). Если в чашке Петри появлялись плесневые грибы, семена увлажняли раствором нистатина (Koval, Shamanin, 1999).

Результаты и их обсуждение

Данные биометрических показателей материала семян *H. sosnowskyi*, собранного в разные годы в окрестностях некоторых населенных пунктов Ленинградской области, приведены в таблице 1.

Из представленных в таблице 1 данных видно, что размеры крупных плодов, собранных в разных местах произрастания, колеблются по длине плода от 0,6 до 1,4 см, по ширине – от 0,5 до 1,1 см, масса 1000 штук колеблется от 9 до 18 г, и в среднем составляет примерно 13–14 г. Мелкие мерикарпии имеют следующие размеры: от 0,7 до 0,9 см в длину и от 0,3 до 0,5 см в ширину. Масса 1000 штук колеблется от 10,5 до 11,8 г.

В таблице 2 приведены данные биометрических показателей плодов *H. sosnowskyi* в зависимости от положения их в центральном зонтике и разобранных на ситах по фракциям (размерам) больше 0,7 см (крупные), и больше 0,5 см (мелкие).

Как видно из приведенных в таблице 2 данных, крупные семена краевых зонтиков центрального зонтика имеют максимальные размеры. Их длина составляет от 1,35 до 1,6 см, ширина – от 7,5 до 8,0 мм. Масса 1000 шт. колеблется от 14,9 до 17,5 г. Мелкие плоды, сформированные в центре центрального зонтика, имеют массу 1000 шт. от 10,8 до 14,2 г.; длина мерикарпия составляет 1,0–1,4 см, ширина – от 0,5 до 0,6 см.

Ранее для разных видов рода *Heracleum* были выявлены закономерности влияния местоположения и размеров семян, которые приводят к разнокачественности мерикарпиев и разным ритмам их прорастания и развития особей нового поколения (Tkachenko, 2009). Подобные закономерности отмечали на территории Чехии для борщевика Мантегации (*Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier) (Moravcová et al., 2005; 2007).

Подсчет числа лучей в центральном зонтике и зонтике первого порядка *H. sosnowskyi* (см. рисунок), а также числа лучиков (цветков) приведен в таблице 3.

Таблица 1. Биометрические показатели мерикарпиев *Heracleum sosnowskyi* Manden. в зависимости от места произрастания в Ленинградской области и года сбора

Table 1. Biometric indicators of *Heracleum sosnowskyi* Manden. mericarps depending on the place of growth in Leningrad Province and year of collection

Место сбора / Place of collection	Год сбора / Year of collection	Масса 1000 шт., г / 1000 seed weight, g	Длина, см / Length, cm	Ширина, см / Width, cm
Гатчинский район, окр. пос. Бегуницы	2014	$\frac{13,6}{(10,5 \div 16,1)}$	$\frac{1,0}{0,7 \div 1,4}$	$\frac{0,6}{0,3 \div 1,1}$
то же	2014 (> 0,7 см)*	$\frac{15,6}{(14,9 \div 16,1)}$	$\frac{1,2}{0,9 \div 1,4}$	$\frac{0,85}{0,7 \div 1,1}$
то же	2014 (> 0,5 см)	$\frac{11,5}{(10,5 \div 11,8)}$	$\frac{0,8}{0,7 \div 0,9}$	$\frac{0,4}{0,3 \div 0,5}$
Гатчинский район, окр. пос. Коммунар	2015	$\frac{15,6}{(9,1 \div 17,9)}$	$\frac{1,2}{0,8 \div 1,4}$	$\frac{0,68}{0,4 \div 0,8}$
Выборгский район, окр. поселения Симагино	2016	$\frac{13,4}{(7,8 \div 16,6)}$	$\frac{1,2}{0,8 \div 1,4}$	$\frac{0,8}{0,7 \div 1,0}$
Выборгский район, окр. дер. Ольшаники	2013	$\frac{12,1}{(8,2 \div 15,8)}$	$\frac{0,89}{0,6 \div 1,3}$	$\frac{0,63}{0,4 \div 0,8}$
то же	2014 (центральный зонтик)	$\frac{15,2}{(9,9 \div 17,2)}$	$\frac{0,99}{0,7 \div 1,4}$	$\frac{0,60}{0,5 \div 0,8}$
то же	2014 (зонтики первого порядка)	$\frac{13,4}{(7,9 \div 16,8)}$	$\frac{1,1}{0,7 \div 1,4}$	$\frac{0,58}{0,4 \div 0,7}$
то же	2015	$\frac{14,9}{(9,4 \div 17,9)}$	$\frac{0,98}{0,8 \div 1,4}$	$\frac{0,62}{0,5 \div 0,8}$
то же	2016	$\frac{12,1}{(8,2 \div 15,8)}$	$\frac{0,89}{0,6 \div 1,3}$	$\frac{0,63}{0,4 \div 0,8}$
то же	2017 (центральный зонтик)	$\frac{16,1}{(14,9 \div 17,5)}$	$\frac{1,2}{0,7 \div 1,4}$	$\frac{0,65}{0,5 \div 0,8}$
то же	2017 (зонтики первого порядка)	$\frac{13,6}{(7,3 \div 15,9)}$	$\frac{1,1}{0,6 \div 1,3}$	$\frac{0,60}{0,4 \div 0,7}$
то же	2018	$\frac{14,7}{(9,2 \div 17,9)}$	$\frac{0,98}{0,7 \div 1,4}$	$\frac{0,62}{0,5 \div 0,8}$
то же	2019	$\frac{13,8}{(8,1 \div 15,9)}$	$\frac{0,89}{0,6 \div 1,4}$	$\frac{0,64}{0,4 \div 0,8}$

Примечание (тут и далее): в числителе приведены средние значения с вероятностью 95%, в знаменателе – диапазон значений min ÷ max;

* – > 0,7 см крупные семена, размеры которых больше этого диаметра сит, а > 0,5 см – мелкие, размеры которых больше 0,5, но меньше 0,7 см

Note (here and after): the numerator presents values with a probability of 95%, the denominator shows the min ÷ max range of values;

the asterisk (*) indicates large seeds (> 0.7 cm); > 0.5 cm means small seeds with sizes larger than 0.5 cm but smaller than 0.7 cm

Таблица 2. Биометрические показатели мерикарпиев *Heracleum sosnowskyi* Manden. разных фракций в зависимости от положения в центральном зонтике, собранных в Ленинградской области в 2017 г.

Table 2. Biometric indicators of *Heracleum sosnowskyi* Manden. mericarps from different fractions, collected in 2017 in Leningrad Province, depending on their position in the central umbel

Показатели / Indicators	Положение плодов в зонтике / Position of fruit in the umbel	
	Краевое / Marginal	Центральное / Central
Фракция семян > 0,7 см		
Масса 1000 шт., г	$\frac{16,1}{(14,9 \div 17,5)}$	$\frac{14,5}{(12,8 \div 15,4)}$
Длина мерикарпия, см	$\frac{1,46}{(1,35 \div 1,6)}$	$\frac{1,34}{(1,1 \div 1,6)}$
Ширина мерикарпия, см	$\frac{0,78}{(0,75 \div 0,8)}$	$\frac{0,77}{(0,7 \div 0,8)}$
Фракция семян > 0,5 см		
Масса 1000 шт., г	$\frac{14,3}{(13,5 \div 15,2)}$	$\frac{12,7}{(10,8 \div 14,2)}$
Длина мерикарпия, см	$\frac{1,2}{(1,0 \div 1,4)}$	$\frac{1,18}{(1,0 \div 1,4)}$
Ширина мерикарпия, см	$\frac{0,57}{(0,52 \div 0,6)}$	$\frac{0,56}{(0,5 \div 0,6)}$

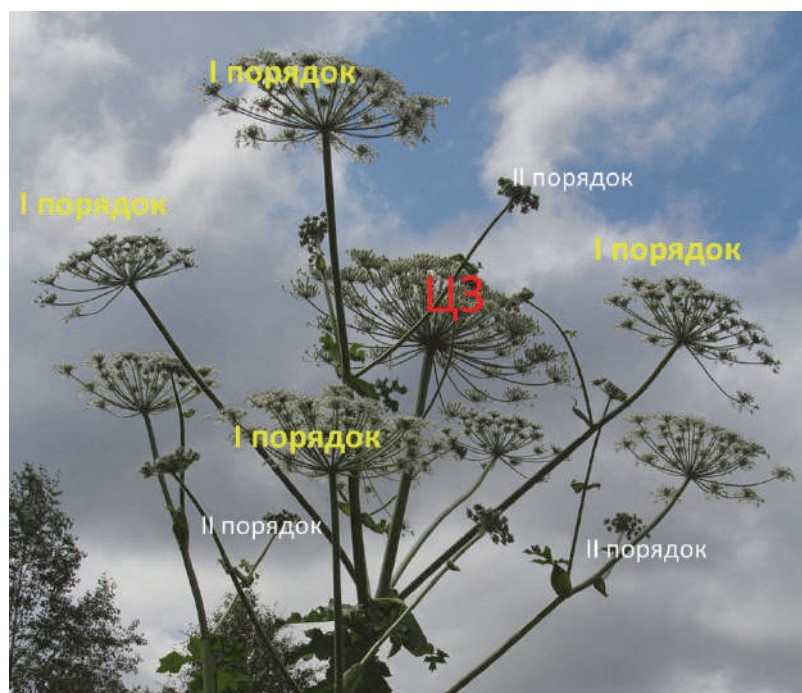


Рисунок. Размещение на растении *Heracleum sosnowskyi* Manden. зонтиков разного порядка (центрального, I и II порядков)

Figure. Arrangement of umbels of different orders (central, I and II orders) on a plant of *Heracleum sosnowskyi* Manden.

Таблица 3. Число зонтиков, цветков и потенциальная семенная продуктивность образцов *Heracleum sosnowskyi* Manden., собранных в Ленинградской области в 2017 г.**Table 3. Numbers of umbels and flowers, and potential seed productivity of *Heracleum sosnowskyi* Manden. samples, collected in 2017 in Leningrad Province**

Показатели / Indicators	Центральный / Central	I порядка / Of the I order	II порядка / Of the II order
Зонтик	1	$\frac{6}{(3 \div 11)}$	$\frac{8}{(6 \div 12)}$
Лучей	$\frac{131,9}{(86 \div 178)}$	$\frac{72,7}{(59 \div 106)}$	$\frac{34,8}{(18 \div 45)}$
Лучиков в зонтичке (цветков на луче)	$\frac{54,0}{(49 \div 67)}$	$\frac{28,4}{(18 \div 37)}$	$\frac{18,9}{(11 \div 25)}$
Потенциальная семенная продуктивность	$\frac{7122,6}{(4214 \div 32026)}$	$\frac{2064,7}{(1062 \div 3922)}$	$\frac{657,7}{(198 \div 1125)}$
Число мерикарпиев	$\frac{14245,2}{(8428 \div 64052)}$	$\frac{24776,4}{(6360 \div 86284)}$	$\frac{10523,2^*}{(2376 \div 27000)}$

Примечание: * – зонтики второго порядка часто семян не образуют вовсе, так как состоят преимущественно из функционально мужских цветков (до 90–98%), и их не принимали во внимание

Note: the asterisk (*) indicates that second-order umbels often do not develop seeds at all, since they mainly consist of functionally male flowers (up to 90–98%), so they were not taken into account

Как видно из данных таблицы 3, у особи *H. sosnowskyi* всегда один центральный зонтик; число зонтиков первого порядка в среднем 6, и их число варьирует от 3 до 11; зонтиков второго порядка в среднем 8 (их число колеблется от 6 до 12). Наибольшее число лучей всегда несет центральный зонтик, порядка 120–140. С возрастом порядка зонтика число лучей (несущих зонтики I и II порядков) снижается до 70-ти (лучей, несущих зонтики) у зонтиков первого и до 35-ти (лучей) у зонтиков второго порядка. Чаще всего на одном растении насчитывается от 4–5 до 6–7 зонтиков первого порядка и от 5–7 до 7–12 зонтиков второго порядка. Однако зонтики второго порядка часто семян не образуют вовсе, так как состоят преимущественно из функционально мужских цветков (до 90–98%), и этими значениями можно пренебречь при подсчете семенной продуктивности растений (Tkachenko, 1989). Таким образом, одно среднее растение *H. sosnowskyi*, находящееся в генеративном состоянии, в условиях Ленинградской области продуцирует минимально от 14–17 и максимально до 150 тысяч семян (мерикарпиев). Одно растение в среднем образует около 49 000 мерикарпиев.

При обследовании зарослей *H. sosnowskyi* в Выборгском районе в конце октября и начале ноября 2015 и 2016 г. было обнаружено от 25–30 до 80–85 особей молодых растений (всходов и проростков), при этом некоторые особи переходили в иматурное состояние (имели 2–3 настоящих листа). Подобные данные приведены для других регионов (Panashenko, 2017). Для подтверждения факта прорастания семян борщевика в год созревания были поставлены лабораторные опыты по определению всхожести свежесобранных мерикарпиев (табл. 4). Выявлено, что всхожесть свежесобранных плодов *H. sosnowskyi*, то есть собранных в конце августа и/или в начале сентября, составляет от 3–5 до 15% (!!!). Это свидетельствует о том, что у части образовавшихся мерикарпиев зародыш полностью развит и отсутствуют механизмы морфофизиологического торможения. Схожие данные были получены S. Jurkonienė et al.

(2016). Прорастание семян *H. sosnowskyi*, собранных в конце лета – начале осени, растянуто: так, в лабораторных условиях появление первых 3–5 всходов отмечали за 5–7 дней. При хранении собранных образцов плодов в условиях лаборатории их всхожесть снижается (вероятно, наступает морфофизиологический покой), и лишь в весенние месяцы она несколько возрастает. Но при закладке мерикарпиев на стратификацию под зиму (вариант V) лабораторная и полевая всхожесть составляет от 55 до 99%.

При сборе мерикарпиев *H. sosnowskyi* к концу октября (в последние годы, 2016, 2017, 2018 и 2019, сентябрь и октябрь в Ленинградской области теплые) под отплодоносившими экземплярами присутствовали как всходы (от 20 до 40 шт. на один м²), так и проростки с 1–2 настоящими листьями (от 40 до 60 шт. на один м²). Весной, после схода снега, вокруг генеративных растений всегда отмечается значительное число проросших мерикарпиев *H. sosnowskyi*. Плоды, упавшие на отмирающие листья борщевиков или ветошь злаков, – не прорастают ни осенью, ни весной следующего года.

Лабораторная всхожесть плодов *H. sosnowskyi*, собранных сразу после их созревания в августе (см. табл. 4), составила до 15%. Таким образом, видно, что часть плодов борщевика не имеет периода покоя и не нуждается в предпосевной обработке (стратификации). Мерикарпии, собранные в октябре и ноябре, давали низкий процент лабораторной всхожести – не больше 5%. Собранные зимой (февраль) и в начале весны (март) по снегу, когда единичные плоды оставались в это время в центральном зонтике и в зонтиках первого порядка, имели лабораторную всхожесть чуть выше – до 8%. А семена, собранные в апреле и мае, уже не проросли. Но, посеянные в горшки в мае и прикопанные на гряды, эти плоды образовали до 50% всходов весной следующего года. Так как эти горшки не удаляли с гряд (удаляли только проростки) и оставили еще на год – то на третий год после созревания проросло еще около 40% плодов. Таким образом, выполненные (полноцен-

Таблица 4. Динамика лабораторной всхожести мерикарпиев *Heracleum sosnowskyi* Manden. (%) в зависимости от даты сбора, месяца года и условий хранения

Table 4. In-lab germination dynamics of *Heracleum sosnowskyi* Manden. mericarps (%) depending on the date of collection, month of the year, and storage conditions

Варианты опыта / Experiment versions	Месяцы / Months										
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
I	15	7	5	5	-	-	7	8	0	0	-
II	-	-	0	3	3	2	5	8	12	10	12
III	-	-	-	8	5	18	24	35	29	40	21
IV	-	-	-	5	17	29	45	78	86	87	-
V	-	-	-	-	-	55	75	87	95	99	-

Примечание: Варианты опыта: I – свежесобранные семена (мерикарпии, собранные в августе, сентябре, октябре, ноябре, феврале, марте, апреле и мае, ставили на проращивание через два дня после их сбора); II – сухие семена, хранение в лаборатории (собраны в августе), III – сухие семена, хранение в холодильнике (заложены в октябре); IV – стратифицированные (в песке, в холодильнике при +5°C; заложены в октябре); V – стратифицированные (в песке, на улице, под снегом; заложены в октябре). Прочерк (-) – эти варианты не ставили

Note: Experiment versions: I – freshly harvested seeds (mericarps collected in August, September, October, November, February, March, April and May were placed for germination two days after their collection); II – dry seeds placed for storage in the lab (collected in August); III – dry seeds stored in a refrigerator (placed for storage in October); IV – stratified seeds (in sand, in a refrigerator at +5°C; placed in October); V – stratified seeds (in sand, outdoors, under snow; placed in October). A dash (-) means that these versions of the experiment were not performed

ные) мерикарпии *H. sosnowskyi*, находящиеся в почве, сохраняют всхожесть не менее трех лет.

При сборе плодов в зимнее время обратили внимание на то, что они легко осыпались с соцветий при сборе и легко разлетались от порывов ветра. Таким образом, подтверждено положение Н. Н. Панасенко (Panasenko, 2017) о том, что борщевики распространяются не только осенью, сразу после созревания, но и в зимнее время. Наличие крыловидных выростов на семенах способствует хорошим летным качествам семян, и они разносятся ветром по снежному насту на значительные расстояния – новые растения были отмечены на расстоянии 150–250 м от существующих зарослей *H. sosnowskyi*.

Мерикарпии после стратификации в течение более чем 90–120 дней (в песке, прикопанные в горшках на улице, пробывшие под снегом от 60 до 90 дней) в лабораторных условиях начинают прорастать уже на 3–5 день. Максимум (от 45–50 до 60–70%) всходов *H. sosnowskyi* в лабораторных условиях отмечается уже на 7–10 день. И, суммарно за 30 дней, для крупных плодов центрального зонтика всхожесть составляет до 90–98% и 67–85% – для мелких мерикарпиев из зонтиков первого порядка. Плоды, находящиеся на стратификации в холодильной камере при +5°, уже в конце марта начинают прорастать непосредственно в камере, прямо в капроновых мешочках.

Заключение

На биометрические параметры мерикарпиев *Heracleum sosnowskyi* Manden., произрастающего в Ленинградской области, место произрастания и год созревания оказывают незначительное влияние. Мерикарпии,

занимающие краевое положение в краевых зонтичках центрального зонтика, имеют максимальные показатели размеров (до 1,2 × 0,85 см) и массы 1000 шт. (до 15,6 г). Мерикарпии, занимающие центральное положение в центральном зонтике, имеют меньшие значения размеров (0,8 × 0,4 см) и массы 1000 шт. (до 11,8 г). С возрастом порядка зонтика эти биометрические показатели мерикарпиев снижаются.

В лабораторных условиях собранные вскоре после созревания (в августе) плоды *H. sosnowskyi* прорастают до 15%. В годы с теплой и продолжительной осенью часть плодов, упавших на землю, прорастает и успевает достичь ювенильного состояния (формируют 2–3 настоящих листа) до наступления морозов.

Выполненные мерикарпии, не попавшие в благоприятные условия для прорастания, сохраняют жизнеспособность не менее трех лет. При хранении плодов борщевика в лабораторных условиях, они теряют всхожесть в течение года. Для их проращивания необходимо прибегать к многоэтапной стратификации.

В зарослях *H. sosnowskyi* растения, достигшие генеративного состояния, зацветают не одновременно, что обеспечивает хорошую опыляемость женских и обоеполюх цветков центрального зонтика и зонтика первого порядка, а также неравномерное созревание плодов в зарослях борщевиков. Мерикарпии, созревшие позже, которые по тем или иным причинам не осыпались осенью, не были сбиты дождями и снегом, распространяются ветром в зимнее морозное время по снежному насту. Молодые розетки и/или отдельно стоящие генеративные особи *H. sosnowskyi* были зафиксированы на удалении 150–300 метров по розе ветров от зарослей борщевика вдоль дорог, в том числе и на новых вырубках.

Работа выполнена в рамках государственного задания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В.Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)», номер АААА-А18-118032890141-4.

The research was performed in the framework of the State Task according to the planned theme "Collections of Live Plants at the Komarov Botanical Institute (History, Modern State, and Prospects of Utilization)," No. АААА-А18-118032890141-4.

References/Литература

- Afonin A.N., Luneva N.N., Li Yu.S., Kotsareva N.V. Ecological-geographical analysis of distribution pattern and occurrence of cow-parsnip (*Heracleum sosnowskyi* Manden) with respect to area aridity and its mapping in European Russia *Russian Journal of Ecology*. 2017;48(1):86-89. DOI: 10.7868/S0367059717010036
- Dehghan H., Sarrafi Y., Salehi P. Antioxidant and antidiabetic activities of 11 herbal plants from Hyrcania region, Iran. *Journal of Food Drug Analysis*. 2016;24(1):179-188. DOI: 10.1016/j.jfda.2015.06.010
- Ishmuratova M.M., Tkachenko K.G. Seeds of herbaceous plants. Features of the latent period, use in introduction and reproduction *in vitro* (Semena travyanistykh rasteniy. Osobennosti latentnogo perioda, ispolzovaniye v introduktsii i razmnozhenii *in vitro*). Ufa: Gilem; 2009. [in Russian] (Ишмуратова М.М., Ткаченко К.Г. Семена травянистых растений. Особенности латентного периода, использование в интродукции и размножении *in vitro*. Уфа: Гилем; 2009).
- Jahodová S., Trybush S., Pyšek P., Wade M., Karp A. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distributions*. 2007;13(1):99-114. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2006.00305.x
- Jurkonienė S., Žalnierius T., Gavelienė V., Švegždienė D., Šiliauskas L., Skridlaitė G. Morphological and anatomical comparison of mericarps from different types of umbels of *Heracleum sosnowskyi*. *Botanica Lithuanica*. 2016;22(2):161-168. DOI: 10.1515/botlit-2016-0017
- Koval S.F., Shamanin V.P. A plant in experiment (Rasteniye v opyte). Omsk; 1999. [in Russian] (Коваль С.Ф., Шаманин В.П. Растение в опыте. Омск; 1999).
- Krinke L., Moravcova L., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J., Perglova I. Seed bank of an invasive alien, *Heracleum mantegazzianum*, and its seasonal dynamics. *Seed Science Research*. 2005;15(3):239-248. DOI: 10.1079/SSR2005214
- Moravcová L., Gudžinskas Z., Pyšek P., Pergl J., Perglová I. Seed ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, two invasive species with different distributions in Europe. In: P. Pyšek, M.J.W. Cock, W. Nentwig, H.P. Ravn (eds). *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*. CAB International; 2007. p.157-169.
- Moravcová L., Perglová I., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J. Effects of fruit position on fruit mass and seed germination in the alien species *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) and the implications for its invasion. *Acta Oecologica*. 2005;28(1):1-10. DOI: 10.1016/j.actao.2005.01.004
- Mysnik E.N. Potential area of Sosnowsky's hogweed in Russia (Potentsialny areal borshchevika Sosnovskogo na territorii Rossii). In: *Phytosanitary Optimization of Agroecosystems. Vol. 2 (Fitosanitarnaya optimizatsiya agroekosistem. T. 2)*. St. Petersburg; 2013. p.301-302. [in Russian] (Мысник Е.Н. Потенциальный ареал борщевика Сосновского на территории России. В кн.: *Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. Т. 2*. Санкт-Петербург; 2013. С.301-302).
- Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. A guide to germinating dormant seeds (Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan). Leningrad; 1985. [in Russian] (Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Ленинград; 1985).
- Panasenko N.N. Some issues in biology and ecology of *Heracleum sosnowskyi* Manden. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2017;(2):95-106. [in Russian] (Панасенко Н.Н. Некоторые вопросы биологии и экологии борщевика сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.). *Российский журнал биологических инвазий*. 2017;(2):95-106).
- Satsyperova I.F. Hogweeds of the USSR flora are new fodder plants (Borshcheviki flory SSSR – novye kormovye rasteniya). Leningrad; 1984. [in Russian] (Сацыперова И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения. Ленинград; 1984).
- Skurchenko L.A. Seed studies of hogweed in the North (Semenovedeniye borshchevika na Severe). Leningrad; 1989. [in Russian] (Скупченко Л.А. Семеноведение борщевика на Севере. Ленинград; 1989).
- Tkachenko K.G. Features of flowering and seed productivity of some *Heracleum* L. spp. grown in Leningrad Province (Osobennosti tsveteniya i semennaya produktivnost nekotorykh vidov *Heracleum* L., vyrashchennykh v Leningradskoy oblasti). *Rastitelnye Resursy = Plant Resources*. 1989;25(1):52-61. [in Russian] (Ткаченко К.Г. Особенности цветения и семенная продуктивность некоторых видов *Heracleum* L., выращенных в Ленинградской области. *Растительные ресурсы*. 1989;25(1):52-61).
- Tkachenko K.G. Giant hogweeds (genus *Heracleum* L.): pro et contra. *Biosphere*. 2015;7(2):209-219. [in Russian] (Ткаченко К.Г. Борщевики (род *Heracleum* L.): pro et contra. *Биосфера*. 2015;7(2):209-219).
- Tkachenko K.G. *Heracleum* L. genus – economic plants. *Bulletin of Udmurt University, Series 6. Biology. Earth Sciences*. 2014;(4):27-33. [in Russian] (Ткаченко К.Г. Род Борщевик (*Heracleum* L.) – хозяйственно-полезные растения. *Вестник Удмуртского университета. Серия 6. Биология. Науки о земле*. 2014;(4):27-33).
- Tkachenko K.G. Heterodiasporia and seasons fluctuation in rhythms of germination. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series*. 2009;11(66):44-50. [in Russian] (Ткаченко К.Г. Гетеродияспория и сезонные колебания в ритмах прорастания. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки*. 2009;11(66):44-50).
- Tkachenko K.G., Krasnov A.A. *Heracleum sosnowskyi*: an environmental problem or a crop of the future? (Review). *Bulletin of the Botanical Garden-Institute FEB RAS*. 2018;(20):1-22. [in Russian] (Ткаченко К.Г., Краснов А.А. Борщевик Сосновского: экологическая проблема или сельскохозяйственная культура будущего? (Обзор). *Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН*. 2018;(20):1-22). DOI: 10.17581/bbgi2002
- Vinogradova Yu.K., Kuklina A.G. Resource potential of invasive plant species. Possibilities of using alien spe-

cies (Resursny potencial invazionnykh vidov rasteniy. Vozmozhnosti ispolzovaniya chuzherodnykh vidov). Moscow: GEOS; 2012. [in Russian] (Виноградова Ю.К., Куклина А.Г. Ресурсный потенциал инвазионных видов растений. Возможности использования чужеродных видов. Москва: ГЕОС; 2012).

Yaman T., Uyar A., Celik I., Alkan E.E., Keles O.F., Yener Z. Histopathological and immunohistochemical study

of antidiabetic effects of *Heracleum persicum* extract in experimentally diabetic rats. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*. 2017;51(3s2):450-457. DOI: 10.5530/ijper.51.3s.66

Zhang H., Su Y., Wang X., Mi J., Huo Y., Wang Z. et al. Antidiabetic activity and chemical constituents of the aerial parts of *Heracleum dissectum* Ledeb. *Food Chemistry*. 2017;214:572-579. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.07.065

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The author declares the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Ткаченко К.Г. Гетеромерикарпия *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Umbelliferae = Apiaceae). Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020;181(4):156-163. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-156-163

Tkachenko K.G. Heteromerocarpy of *Heracleum sosnowskyi* Manden. (Umbelliferae = Apiaceae). Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020;181(4):156-163. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-156-163

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-4-156-163>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Автор одобрил рукопись / The author approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Ткаченко К.Г. <https://orcid.org/0000-0001-6841-6561>