

34. Rowan L. R., Ahrens T. J. Observations of impact-induced molten metal-silicate partitioning, *Earth and Planetary Science Letters*, 1994, No. 122 (1-2), pp. 71–88.
35. Savard M. M., Bonham-Carter G. F., Banic C. M. A geoscientific perspective on airborne smelter emissions of metals in the environment: an overview, *Geochemistry: Exploration, environment, analysis*, 2006, V. 6, No. 2-3, pp. 99–109.
36. Scanning electronmicroscopy (SEM) [Электронный ресурс] [http://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/SEM.html](http://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html) (дата обращения 01.04.2017).
37. Thompson R. et al. Environmental Application of Magnetic Measurement, *Science*, 1980, V. 207, No. 4430, pp. 481–486.
38. Thompson R., Oldfield F. *Environmental magnetism*, London, Allen and Unwin, 1986, 227 p.
39. Vítková M. et al. Primary and secondary phases in copper-cobalt smelting slags from the Copperbelt Province, Zambia, *Mineralogical Magazine*, 2010, V. 74, No. 4, pp. 581–600.
40. Voytiuk Y. et al. Влияние деятельности предприятий чёрной металлургии на содержание и формы нахождения тяжёлых металлов в объектах окружающей среды, *Мінералогічний журнал*, 2011, V. 33, No. 3, pp. 77-83.
41. Wong H. K. T. et al. In-stack and in-plume characterization of particulate metals emitted from a copper smelter, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2006, V. 6, pp. 131–137.
42. Wren C. Risk assessment and environmental management: A case study in Sudbury, Ontario, Canada, *Maraltes*, 2012, 450 p.
43. Zdanowicz C. M. et al. Metal emissions from a Cu smelter, Rouyn-Noranda, Quebec: characterization of particles sampled in air and snow, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 2006, V. 6, pp. 147–162.

УДК 631.524.84:631.53.01:634.24(470.53)

## СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧЕРЕМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЧЕРЕМУХИ МААКА В УСЛОВИЯХ ПЕРМИ И ЧУСОВОГО

**Н. Л. Колясникова**, д-р биол. наук, профессор; **В. А. Романцова**,  
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ,  
ул. Петропавловская, 23, г. Пермь, Россия, 614990  
E-mail: [Kolyasnikova@list.ru](mailto:Kolyasnikova@list.ru)

*Аннотация.* Материал для исследований был собран с модельных деревьев *Padus avium* Mill., *Padus maackii* Rupr., произрастающих в г. Перми и Чусовом. Изучали фертильность пыльцы ацетокарминовым методом. Семенную продуктивность определяли по 10 модельным деревьям. Вели подсчет потенциальной и реальной семенной продуктивности на учетную единицу. В качестве учетной единицы взято по 10 годичных побегов с каждого дерева черемухи. Дана характеристика пыльцевых зерен двух видов черемухи. Фертильность пыльцы оказалась достаточно высока для успешного опыления. Она варьировала от 63,9 до 73,2% – у черемухи обыкновенной и от 74,6 до 81,5% – у черемухи Маака. Реальная семенная продуктивность обоих исследованных нами видов черемухи оказалась низкой, коэффициент продуктивности составил 14–34%, что связано, по-видимому, с неблагоприятными погодными условиями лета 2017 года в сравнении с многолетними данными.

*Ключевые слова:* черемуха обыкновенная, черемуха Маака, фертильность пыльцы, потенциальная, реальная семенная продуктивность.

**Введение.** Черемуха обыкновенная и черемуха Маака являются ценными декоративными растениями. Они перспективны для озеленения городов. Черемуха Маака – ветроустойчива, морозостойка, хорошо переносит стрижку, асфальтовое покрытие, мало подвергается нападению вредителей, хороший медо-

нос. Черемуха обыкновенная – лекарственное медоносное растение, теневынослива, чувствительна к поздневесенним заморозкам, не устойчива к вредителям [7, 12, 13].

Семенная продуктивность – один из важнейших показателей адаптации вида в конкретных условиях обитания. Различают по-

тенциальную (ПСП) и реальную семенную продуктивность (РСП). Потенциальная семенная продуктивность – это число семязачтков, образующихся на любую счетную единицу: генеративный побег, особь. Реальная семенная продуктивность – это число жизнеспособных семян, продуцируемых генеративным побегом или особью [1, 2, 9].

Сплошной пересчет плодов на всех деревьях пробной площади является трудоемкой и сложной работой, поэтому обычно используют метод учета семенной продуктивности на небольшом количестве заранее выбранных растений – модельных деревьях. Впервые этот метод в России был применен на сосне В. Д. Огиевским [5].

Для лиственных деревьев (дуба, клена) Н. С. Нестеровым [4] был предложен метод определения величины семеношения древесных пород по модельным ветвям. Определение величины семенной продуктивности одного дерева по модельным ветвям является простым, быстрым и доступным для широких исследований методом. Он дает достаточно хороший, объективный, выраженный в цифровых величинах показатель – коэффициент продуктивности – и заслуживает широкого распространения при определении плодоношения лиственных древесных пород [3, 10].

Цель нашего исследования – оценить репродуктивную способность двух видов черемухи в условиях городов Перми и Чусового.

Были поставлены следующие задачи:

1. Определить фертильность пыльцевых зерен черемухи обыкновенной и черемухи Маака;
2. Установить величину потенциальной и реальной семенной продуктивности на модельный побег черемухи обыкновенной и черемухи Маака.

**Методика.** Сбор материала для исследований проводился с 10 отдельных деревьев каждого вида черемухи, произрастающих вдоль ул. Кирова и ул. Кошечева в г. Чусовом и ул. Крупской и ул. Героев Хасана в г. Перми [8]. С каждого дерева взято по 10 модельных побегов, где производили анализ потенциальной и реальной семенной продуктивности.

Фертильность пыльцы определяли по общепринятой методике З.П. Паушевой [6]. Пыльцу черемухи обыкновенной и черемухи Маака окрашивали ацетокармином и изучали

с помощью микроскопа «Микмед». Подсчет фертильных окрашенных, а также стерильных неокрашенных, мелких или сморщенных пыльцевых зерен вели в 10 полях зрения с каждого микропрепарата.

Для изучения семенной продуктивности определяли следующие данные: число семязачтков в завязи, число цветков, плодов на одном соцветии, число соцветий на годичный побег. На основании этих данных рассчитывали показатели семенной продуктивности: потенциальную семенную продуктивность (ПСП), реальную семенную продуктивность (РСП), коэффициент продуктивности (Кпр) [1]. Статистический анализ проводился в программе MS Excel.

**Результаты.** Цветки изученных видов черемухи белые, собраны в длинные густые поникающие кисти длиной 9–15 см (у черемухи обыкновенной), 6–10 см (у черемухи Маака), на цветоножках. Околоцветник двойной, состоит из 5 чашелистиков и 5 лепестков, тычинок – 20, пестик – один. Пыльцевые зерна черемухи обыкновенной и черемухи Маака трехбороздно-оровые, шаровидно-сплюсненной формы.

Фертильность пыльцевых зерен черемухи обыкновенной колебалась от 63,9 до 73,2% . Стерильная пыльца отличалась мелкими размерами (до 73%) или отсутствием окрашивания (до 29%). Исследования фертильности пыльцы черемухи Маака показали, что она варьировала от 74,6 до 81,5% . Среди стерильных пыльцевых зерен большая часть приходилась на сморщенные, с неровными краями без ядер (до 57%) или мелкие по размерам (до 43%). В среднем фертильность пыльцы обоих исследованных нами видов черемухи оказалась достаточно высока для успешного опыления.

Определение потенциальной семенной продуктивности показало, что на генеративный побег черемухи обыкновенной приходится от 152 до 231 семязачтка, но реализуются в семена всего от 30 до 39. Коэффициент продуктивности составил 14-34%, что указывает на низкую семенную продуктивность. Потенциальная семенная продуктивность на модельный генеративный побег черемухи Маака варьировала от 163 до 201 семязачтка, реальная семенная продуктивность не превысила 33–35 семян на побег. Коэффициент продуктивности всего 19–24% (рисунок).

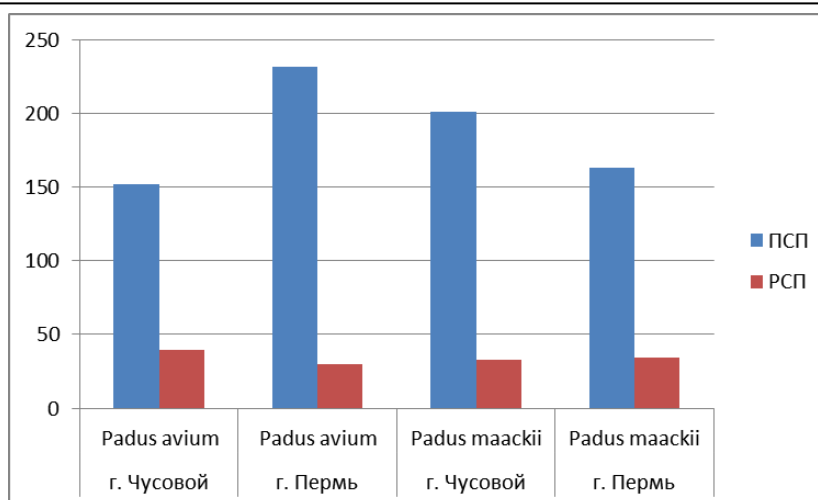


Рис. Потенциальная и реальная семенная продуктивность черемухи обыкновенной и черемухи Маака

Причины такой низкой реальной семенной продуктивности обоих исследованных видов черемухи, независимо от места исследования, могут быть связаны с неблагоприятными погодными условиями в период цветения-опыления летом 2017 года, а также недостатком опылителей. Лето 2017 г. в Пермском крае, в сравнении со средними многолетними данными, отличалось преобладанием прохладной погоды и значительным избытком осадков. Средняя температура воздуха в г. Перми в июне составила +14,3 °С, в г. Чусовом +13,9 °С.

В Перми за лето выпало 404 мм осадков, т. е. 178% от нормы, или почти две трети годо-

вой нормы. В июне в Перми выпало 136 мм (168% от нормы), в июле – 204 мм (291% от нормы) и в августе – 64 мм (84% от нормы) [11].

**Выводы.** По итогам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Фертильность пыльцы исследованных видов черемухи достаточно высока для успешного опыления, варьирует от 63,9 до 81,5%.

2. Реальная семенная продуктивность оказалась низкой, коэффициент продуктивности составил всего 14–34%, что вызвано, по-видимому, неблагоприятными погодными условиями и недостаточным опылением.

#### Литература

1. Вайнагий В. И. О методике изучения семенной продуктивности // Ботанический журнал. 1974. Т.59. №6. С. 826–831.
2. Колясникова Н. Л., Власов Ю. Н. Фенологические исследования липы мелколистной в городе Перми и его окрестностях // Научно-практический журнал «Пермский аграрный вестник». 2017. №1. С. 83–88.
3. Корчагин А. А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ / Полевая геоботаника. М.- Л.: Изд-во АН СССР. 1960. Т.2. С. 41–132.
4. Нестеров Н. С. К вопросу о методике исследования плодоношения деревьев // Лесопромышленный вестник. 1914. №26. С. 26–34.
5. Огиевский В. Д. О ходе плодоношения сосны в 1895-1903 гг. СПб. : тип. Спб. градоначальства, 1904. 63 с.
6. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М. : Колос, 1988. 255 с.
7. Шмыкова Е. С. Морфолого-биологические особенности черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill) в Пермском крае : автореф. дис... канд. биол. наук. Уфа, 2017. 19 с.
8. Романцова В. А., Колясникова Н. Л. Сезонное развитие двух видов черемухи в городе Перми и Чусовом // Агротехнологии XXI века : Всероссийская науч.-практ. конф. с международ. участием (8-10 ноября 2017 г.) [материалы] : в 2ч. Ч. 1. Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017. С. 113–116.
9. Сэулич И. Р. Семенная продуктивность березы кустарниковой на Витимском плоскогорье // Лесоведение. 2008. №3. С. 61–65.
10. Татаринцева И. И., Горошкевич С. Н., Хуторной О. В. Отбор лучших по семенной продуктивности деревьев кудра сибирского по результатам анализа многолетних наблюдений за плодоношением // Интерэкспо-Гео Сибирь. 2011. Т.3. №2. С. 257–261.
11. Летом в Пермском крае выпало аномальное количество осадков [Электронный ресурс] // Новости Перми Режим доступа URL: [https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom\\_v\\_permskom\\_krae\\_vypalo\\_anomalnoe\\_kolichestvo\\_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php](https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom_v_permskom_krae_vypalo_anomalnoe_kolichestvo_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php) (дата обращения: 13.09.2017).
12. Leather S. R. *Prunus padus* L. // Journal of Ecology. 1996. №84 (189). P. 125–132.
13. Bean W.J. Trees and Shrubs Hardy in the British Isles / London. 1919, Vol. 2. 697 (242-256 *Prunus*).

## SEED PRODUCTION CAPACITY OF PADUS AVIUM AND PADUS MAACKII IN CONDITIONS OF PERM AND CHUSOVOY

**N. L. Kolyasnikova**, Dr. Bio. Sci., Professor

**V. A. Romanzova**

Perm State Agro-Technological University  
23, Petropavlovskaya St., Perm 614990 Russia  
E-mail: [Kolyasnikova@list.ru](mailto:Kolyasnikova@list.ru)

The article deals with the estimation of *Padus Avium* and *Padus Maackii* fertility. Research material was collected from model trees *Padus avium* Mill., *Padus maackii* Rupr. growing in Perm and Chusovoy. Pollen fertility was studied by acetocarmine method. Seed production capacity was determined by 10 model trees. The estimation of potential and the real seed production capacity was carried out according to the accounting unit. 10 year sprouts from each *Padus* tree were taken as accounting units. The characteristic of pollen grains of two *Padus* species was described, as a result, pollen fertility has proven to be quite high for successful pollination. It ranged from 63.9 to 73.2% in *Padus avium* Mill. and from 74.6 to 81.5% in *Padus maackii* Rupr. The real seed production capacity of both studied *Padus* species was low and represented 14-34% productivity index, apparently, due to adverse weather conditions of the summer 2017 in comparison to multi-year data.

*Key words:* *Padus avium* Mill., *Padus maackii* Rupr, pollen fertility, the potential seed production capacity, the real seed production capacity.

### References

1. Vainagii V. I. O metodike izucheniya semennoi produktivnosti (Research methods of seed productivity), Botanicheskii zhurnal, 1974, T.59, No.6, pp. 826–831.
2. Kolyasnikova N. L., Vlasov Yu. N. Fenologicheskie issledovaniya lipy melkolistnoi v gorode Permi i ego okrestnostyakh (Phenological research of *Tilia cordata* in Perm and suburbs), Permskii agrarnyi vestnik, 2017, No.1, pp. 83–88.
3. Korchagin A. A. Metody ucheta semenosheniya drevesnykh porod i lesnykh soobshchestv (Accounting method for seed production of timber species and forest communities), Polevaya geobotanika, Moscow- Leningrad, Izd-vo AN SSSR, 1960, T.2, pp. 41–132.
4. Nesterov N. S. K voprosu o metodike issledovaniya plodonosheniya derev'ev (The issue of research method for trees fruit bearing), Lesopromyshlennyi vestnik, 1914, No.26, pp. 26–34.
5. Ogievskii V. D. O khode plodonosheniya sosny v 1895-1903 gg.(About the process of pine fruit bearing in 1895-1903), Saint-Petersburg, tip. Spb. gradonachal'stva, 1904, 63 p.
6. Pausheva Z. P. Praktikum po tsitologii rastenii (Plant cytology practical work), Moscow, Kolos, 1988, 255 p.
7. Shmykova E. S. Morfologo-biologicheskie osobennosti cheremukhi obyknovЕННОI (*Padus avium* Mill) v Permskom krae (Morphological and biological aspects of *Prunus padus* in Perm Krai), avtoref. dis... kand. biol. nauk, Ufa, 2017, 19 p.
8. Romantsova V. A., Kolyasnikova N. L. Sezonnoe razvitie dvukh vidov cheremukhi v gorode Permi i Chusovom (Seasonal development of two cultures of *Prunus padus* in Perm and Chusovoi), Agrotekhnologii XXI veka, materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, Perm', 2017, pp. 113–116.
9. Cekulich I. R. Semennaya produktivnost' berezy kustarnikovoI na Vitimskom ploskogor'e (Seed productivity of *Betula fruticosa* on Vitimskoe tableland), Lesovedenie, 2008, No.3, pp. 61–65.
10. Tatarintseva I. I., Goroshkevich S. N., Khutornoi O. V. Otbor luchshikh po semennoi produktivnosti derev'ev kudra sibirskogo po rezul'tatam analiza mnogoletnikh nablyudenii za plodonosheniem (Selection of the best seed productivity trees of *Pinus sibirica* based on the results of long-term observations over the fruit bearing), Interekspo-Geo Sibir', 2011, T.3, No.2, pp. 257–261.
11. Letom v Permskom krae vypalo anomal'noe kolichestvo osadkov (The anomalous rainfall during the summer in Perm Krai), Elektronnyi resurs, Novosti Permi, Rezhim dostupa URL: [https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom\\_v\\_permskom\\_krae\\_vypalo\\_anomalnoe\\_kolichestvo\\_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php](https://www.permnews.ru/novosti/tourism/2017/09/01/letom_v_permskom_krae_vypalo_anomalnoe_kolichestvo_osadkov/http://meteoweb.ru/2017/metamat2017011400.php) (data obrashcheniya: 13.09.2017).
12. Leather S. R. *Prunus padus* L., Journal of Ecology, 1996, No.84 (189), pp. 125–132.
13. Bean W.J. Trees and Shrubs Hardy in the British Isles, London, 1919, Vol. 2, 697 (242-256 *Prunus*).