

НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА ВАСИЛЕВСКАЯ

доктор биологических наук, профессор кафедры естественных наук факультета естествознания, физической культуры и безопасности жизнедеятельности, Мурманский арктический государственный университет (Мурманск, Российская Федерация)
n.v.vasilevskaya@gmail.com

ДАРЬЯ АНАТОЛЬЕВНА МОРОЗОВА

аспирант кафедры естественных наук факультета естествознания, физической культуры и безопасности жизнедеятельности, Мурманский арктический государственный университет (Мурманск, Российская Федерация)
darya-morozova-89@inbox.ru

ТЕРАТОМОРФИЗМ ПЫЛЬЦЫ *SYRINGA JOSIKAEAE* JACQ. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ

Представлены данные палинологического анализа пыльцы *Syringa josikaea* Jacq. в условиях арктического климата г. Мурманска. Показано, что на высокоширотной урбанизированной территории размеры пыльцы данного вида значительно меньше, чем в других регионах России и Европы. Выявлено 14 тератоморф пыльцевых зерен сирени венгерской. Уровень тератоморфизма варьирует от 7 до 31,3 % в 2014 году и от 8,5 до 36,1 % в 2015 году, что говорит о нарушениях микроспорогенеза и указывает на неблагоприятные экологические условия.

Ключевые слова: *Syringa josikaea* Jacq., палинология, тератоморфизм, Арктика

В настоящее время активно проводятся исследования репродуктивной биологии видов и сортов сиреней, интродуцированных в различных регионах мира [8], [9], [13], [17], [21], [22], [23], [24]. Широко изучаются фертильность пыльцы представителей рода *Syringa* L. [8], ее жизнеспособность [5], [15], [17], [20], показатели семенной продуктивности [14]. Особо актуальными становятся эколого-палинологические исследования, которые позволяют на основе нарушений в развитии пыльцевых зерен оценивать состояние окружающей среды [1]. Однако данные по морфологической изменчивости пыльцы видов рода *Syringa* L. в условиях урбанизированных территорий немногочисленны [6], [10], [11], [12].

Цель исследования – изучение палиноморфологических особенностей *Syringa josikaea* Jacq. (сирени венгерской) в условиях арктического города (на примере г. Мурманска).

Исследования проводились в г. Мурманске – самом большом в мире незамерзающем порту за Полярным кругом. Город расположен на берегу Кольского залива Баренцева моря (68°58' с. ш., 33°4' в. д.) и находится в Атлантико-Арктической зоне умеренного климата. Климат формируется близостью Баренцева моря, влияние которого усиливает теплое Северо-Атлантическое течение. В отличие от многих приполярных городов, в Мурманске наблюдаются высокие для севера зимние температуры воздуха. Средняя температура января – февраля: –10–11 °С, средняя температура июля +12–13 °С [3]. Среднегодовое количество осадков составляет 500 мм. Снеговой

покров держится в среднем 210 дней и полностью сходит к маю. Вегетационный период на широте Мурманска составляет 80–90 дней [4]. Полярная ночь длится со 2 декабря по 11 января, полярный день – с 22 мая по 22 июля. Круглосуточное освещение вызывает интенсивный рост ряда видов интродуцентов. Вегетационные сезоны 2014 и 2015 годов резко различались по температурному фактору. Среднемесячная температура июля в Мурманске, по многолетним данным, составляет 12,8 °С. В июле 2014 года она была выше – 13,6 °С, а в 2015 году – значительно ниже нормы – 9,9 °С.

Основными источниками загрязнения атмосферы города являются Мурманские котельные, Мурманский морской порт, завод по термической обработке твердых бытовых отходов, автотранспорт. Экологическая ситуация в последние годы стала резко ухудшаться за счет повышения объемов перевалки угля открытым способом и его дробления Мурманским портом, использования мазута низкого качества местными ТЭЦ, увеличения автотранспортной нагрузки. Специфическими загрязнителями являются сажа, формальдегид, летучие органические соединения, предельные углеводороды. В центре города наблюдается увеличение содержания суммы углеводородов в периоды неблагоприятных метеорологических условий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является *Syringa josikaea* Jacq. (сирень венгерская), представитель

рода *Syringa* L. семейства *Oleaceae* Hoffmngg & Link.

S. josikaea засухо- и морозоустойчива, ее экологическая пластичность определила успешную интродукцию в северных районах европейской части России [3]. Хорошо переносит городские условия, в посадках существует свыше 50 лет. Выносливость, декоративность, успешность размножения и простота выращивания ставят *S. josikaea* на одно из первых мест в ассортименте кустарников для озеленения Мурманской области [18]. В г. Мурманске *S. josikaea* составляет основу зеленых насаждений – 28 % [4].

Пыльцевые зерна *S. josikaea* трехбороздные, сфероидальные или эллипсоидальные; в очертании с полюса трехлопастные, с экватора – округлые или эллиптические. Скульптура сетчатая. Полярная ось 32,0–40,1 мкм, экваториальный диаметр 36,0–44,8 мкм. Борозды узкие, короткие. Экзина двухслойная, 3,0–4,1 мкм толщиной [19].

Пробные площадки в посадках *S. josikaea* на территории г. Мурманска заложены в ноябре 2012 года. Они расположены в направлении с севера на юг и отличаются высотой над уровнем моря и климатическими условиями: ПП₁ – сквер у ТЦ «Мир», Ленинский АО; ПП₂ – сквер на ул. Ленинградской, Октябрьский АО; ПП₃ – остановка «Автопарк», Первомайский АО; ПП₄ – ост. «Шевченко», Первомайский АО; КП – контрольная площадка в поселке Сафоново. Все экспериментальные площадки заложены в районах с повышенной техногенной нагрузкой: ПП₁ – сквер у ТЦ «Мир» расположен недалеко от промышленной зоны; ПП₂ – сквер на ул. Ленинградской находится рядом с железной дорогой и в непосредственной близости с Мурманским морским портом, где происходит перевалка и дробление угля; ПП₃ – ост. «Автопарк», ПП₄ – ост. «Шевченко» расположены в зонах интенсивного движения автотранспорта. В качестве контрольной площадки выбран сквер около Музея военно-воздушных сил Северного флота в поселке Сафоново, в 19 км на север от г. Мурманска. Сквер расположен на берегу Кольского залива, вдали от автомобильных дорог и промышленных производств.

Сбор цветков *S. josikaea* с созревшей пылью осуществлялся в июле 2014 и 2015 годов в период массового цветения. С каждой пробной площадки было собрано по 50 цветков. В соответствии с рекомендациями О. Ф. Дзюба [6] цветки собирали с юго-западной стороны кроны с ветвей одного порядка. Весь собранный материал помещали в бумажные пакеты и хранили при комнатной температуре в сухом шкафу. Палинологические исследования проводились с помощью светового микроскопа «Microlife» при увеличениях в 160 и 640 раз. Особенности строения пыльцы изучали ацетокарминовым методом [2]. В ходе исследования отмечены следующие особенности пыльцы: форма, скульптура, количество апертур и борозд,

симметричность, цвет. Аномальной считалась пыльца с нарушениями развития, имеющая хотя бы одно отличие от нормально развитых зерен. Величина пыльцевых зерен измерялась с помощью окулярмикрометра, определялись длина полярной оси и экваториального диаметра. Изучено по 500–900 пыльцевых зерен с каждой площадки. Микрофотографии пыльцы выполнены с помощью малоформатной цветной CCD-камеры, которую устанавливали на окулярную трубку.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведения палинологического анализа выявлено, что для нормально развитой пыльцы *S. josikaea* характерно: эллипсоидальная, сфероидальная форма; скульптура зерен – сетчатая (иногда можно различить разновеликие борозды); количество апертур – 3; агрегатное состояние – в большей степени одиночное (монадное) или полиадное; при окрашивании ацетокармином приобретает малиновый, темно-малиновый цвет.

В протестированных пробах г. Мурманска пыльцевые зерна *S. josikaea* имеют значительно меньшие размеры, чем в других регионах России и Европы. Величина пыльцевых зерен *S. josikaea* на арктической урбанизированной территории составляет: полярная ось 30,1–31,7 мкм, экваториальный диаметр 27,2–28,2 мкм. По данным О. Ф. Дзюба [6], в Ленинградской области полярная ось пыльцевого зерна *S. josikaea* 37,09 мкм, экваториальный диаметр 34,66 мкм. В Восточной Европе размеры пыльцы сирени венгерской: полярная ось 32,0–40,1 мкм, экваториальный диаметр 36,0–44,8 мкм [19].

Во всех образцах выявлены как нормальные, так и тератоморфные пыльцевые зерна (рис. 1). Содержание нормально развитой пыльцы в г. Мурманске в 2014 году варьирует в диапазоне от 68,8 до 92,9 %, в 2015 году – от 63,9 до 91,5 % (см. рис. 1).

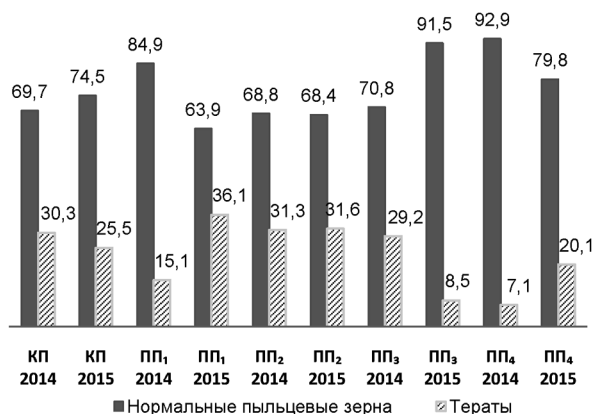


Рис. 1. Нормальные и тератоморфные пыльцевые зерна *Syringa josikaea* на территории г. Мурманска в 2014–2015 годах (в %).

КП – контрольная площадка в п. Сафоново; ПП₁ – район ТЦ «Мир»; ПП₂ – парк в районе ул. Ленинградской; ПП₃ – ост. «Автопарк»; ПП₄ – ост. «Шевченко»

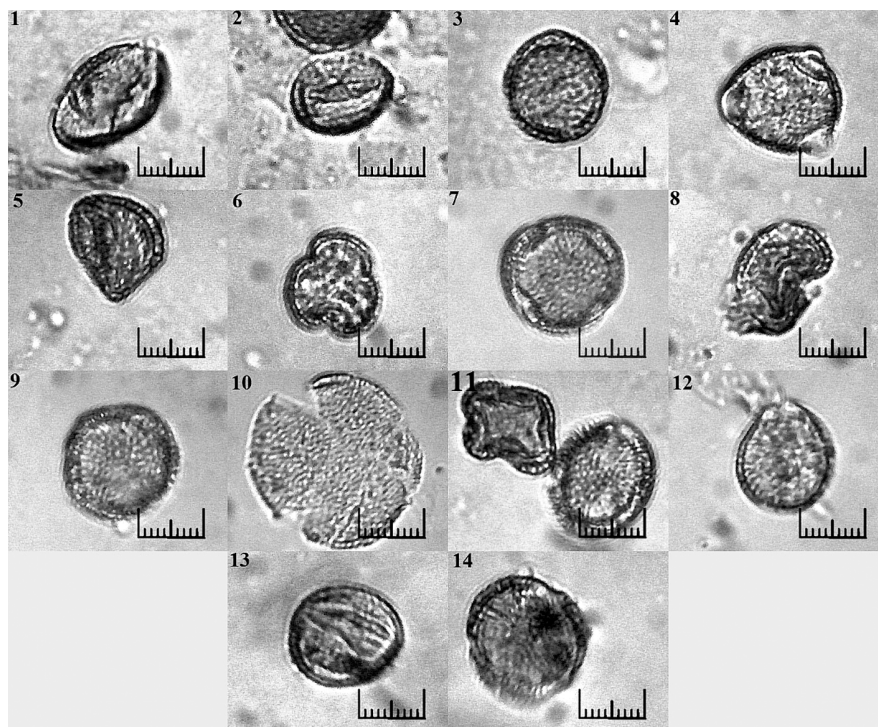


Рис. 2. Тератоморфы пыльцевых зерен *Syringa josikaea* на территории г. Мурманска

1 – безапертурное, округлой формы, с нарушениями оболочки (разрыв, скол), редуцированное содержимое; 2 – безапертурное, бобовидной или округлой формы, с 1 бороздой (щелью); 3 – безапертурное, округлой формы, симметричное, утолщенная оболочка; 4 – неокрашенное, нормально развитое зерно (без видимых нарушений); 5 – безапертурное, нарушена естественная форма пыльцевого зерна, несимметричное, с нарушениями оболочки, мелкие размеры; 6 – с гиперразвитыми аперттурами (кол-во 3), пыльцевое зерно приобретает трехлопастную форму; 7 – четырехапертурное; 8 – безапертурное, бобовидной или вытянутой формы; 9 – пыльцевое зерно с двумя аперттурами; 10 – безапертурное с патологически развитой оболочкой, гипертрофированными размерами; 11 – с гиперразвитыми аперттурами (кол-во 4), пыльцевое зерно приобретает четырехлопастную форму; 12 – одноапертурное пыльцевое зерно, с нормально развитой оболочкой; 13 – безапертурное, бобовидной или округлой формы, с 2 бороздами – хорошо выраженный тетрадный рубец (в виде развернувшейся трехлучевой щели); 14 – неокрашенное, в целом нормально развитое пыльцевое зерно с небольшими сколами оболочки. Масштабная линия на микрофотографиях соответствует 17 мкм

Аномальные пыльцевые зерна *S. josikaea* отличаются от нормальных размерами, формой, количеством апертур, борозд, изменением оболочки. При палиноморфологическом анализе описано 14 тератоморф пыльцы (таблица, рис. 2).

Содержание тератоморфной пыльцы в пробах варьирует по площадкам города в диапазоне от 7,1 до 31,3 % в 2014 году и от 8,5 до 36,1 % в 2015 году (см. таблицу, рис. 1). Максимальное количество пыльцевых зерен с нарушениями развития в 2014 году выявлено у сирени венгерской на ул. Ленинградской (ПП₂) – 31,3 % и на остановке «Автопарк» (ПП₃) – 29,2 %. В 2015 году высокий уровень аномальной пыльцы обнаружен в пробах площадки ПП₁, в районе ТЦ «Мир», – 36,1 % и ПП₂ на улице Ленинградской – 31,6 %. При этом, если в 2014 году в г. Мурманске выявлено 5 тератоморф пыльцы *S. josikaea*, то в 2015 году, когда температуры воздуха в летний период были ниже климатической нормы, в два раза больше (см. таблицу). Число тератоморф в сквере около остановки «Автопарк» (ПП₃) в 2015 году составило 11, в районе ТЦ «Мир» (ПП₁), в сквере на ул. Ленинградской (ПП₂) – 10. В контроле палинотера-

ты представлены 7 морфологическими аномалиями развития в 2014 и 9 в 2015 году. Наибольшее количество и разнообразие тератоморф выявлено в пробах центральной части г. Мурманска (сквер на ул. Ленинградской (ПП₂)), где отмечается высокий уровень техногенного загрязнения в связи с близостью к Мурманскому морскому порту и железной дороге, и в северной части (район ТЦ «Мир» (ПП₁)), расположенной рядом с промышленной зоной.

На территории г. Мурманска в 2014 году часто встречается мелкая, безапертурная, с нарушением естественной формой, несимметричная, с нарушениями экзины тератоморфа пыльцы *S. josikaea* (см. таблицу, рис. 2.5). Доля пыльцевых зерен с такими нарушениями развития достигает максимума в центре города (ПП₂) – в сквере на улице Ленинградской (23,2 %), южной части (ПП₃) – у остановки «Автопарк» (21,6 %) и в контроле (20,9 %). На всех площадках выявлены такие формы аномалий пыльцевых зерен, как безапертурные округлой формы, с нарушениями оболочки и редуцированным содержимым (см. таблицу, рис. 2.1); безапертурные округлой или

Тератоморфы пыльцевых зерен *Syringa josikaea* г. Мурманска (2014–2015 годы, в %)

№	Морфотипы пыльцевых зерен	КП 2014	КП 2015	ПП ₁ 2014	ПП ₁ 2015	ПП ₂ 2014	ПП ₂ 2015	ПП ₃ 2014	ПП ₃ 2015	ПП ₄ 2014	ПП ₄ 2015
1	Нормальные пыльцевые зерна	69,7	74,5	84,9	63,9	68,8	68,4	70,8	91,5	92,9	79,81
2	Тераты. Из них:	30,2	25,5	15,1	36,1	30,5	31,6	29,2	8,5	7,1	20,1
1	Безапертурное, округлой формы, с нарушениями оболочки (разрыв, скол), редуцированное содержимое	0	1,3	0	1,2	0	4,6	0	1,9	0	2,2
2	Безапертурное, бобовидной или округлой формы, с 1 бороздой (щелью)	0	0,5	0	11,1	3	3,2	3,7	1	0,2	2,5
3	Безапертурное, округлой формы, симметричное, утолщенная оболочка	0	16,3	0	4,2	0	11,7	0	2,1	0	7
4	Неокрашенное, нормально развитое зерно (без видимых нарушений)	7,3	3,2	4,3	7,7	2,9	6,9	3,7	0,9	2,6	2,4
5	Безапертурное, нарушена естественная форма пыльцевого зерна, несимметричное, с нарушениями оболочки	20,9	1,5	7,7	4,2	23,2	1,5	21,6	0,3	3,5	3,4
6	С гиперразвитыми аперттурами (кол-во 3), так что пыльцевое зерно приобретает сильно расчлененную трехлопастную форму	0,2	1,7	2,7	4,4	0	1,4	0	1,2	0,6	0,5
7	Четырехапертурное	0,2	0	0	0	0	0,2	0,1	0	0	0
8	Безапертурное, бобовидной или вытянутой формы	0,8	0	0,2	0,2	1,3	0,2	0	0,3	0	0
9	П. з. с двумя аперттурами	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
10	Безапертурное с патологически развитой оболочкой. Гипертрофированные размеры.	0,3	0	0,3	1	0,2	0,7	0	0	0	0
11	С сильно развитыми аперттурами (кол-во 3), так что п. з. приобретает четырехлопастную форму	0	0,5	0	0,2	0	0	0	0,3	0	0
12	Одноапертурное пыльцевое зерно	0	0,1	0	0	0	0	0	0,3	0	0
13	Безапертурное, бобовидной или округлой формы, с 2 бороздами – это хорошо выраженный тетрадный рубец (в виде развернутой трехлучевой щели)	0	0	0	2	0	1,4	0	0,2	0,2	0,5
14	Неокрашенное, в целом нормально развитое пыльцевое зерно с небольшими сколами оболочки	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,2	0	1,6

Примечание. п. з. – пыльцевое зерно.

бобовидной формы с одной бороздой (рис. 2.2); безапертурные округлой формы, с утолщенной оболочкой (рис. 2.3). Часто в пробах содержатся пыльцевые зерна с тремя гипертрофированными развитыми аперттурами, при этом пыльцевое зерно приобретает трехлопастную форму (см. таблицу, рис. 2.6).

Наиболее редко встречаются следующие аномалии развития: одноапертурные пыльцевые зерна (рис. 2.12), с двумя (рис. 2.9) и четырьмя (рис. 2.7) аперттурами (см. таблицу).

В своих исследованиях О. Ф. Дзюба [6] выделяет 10 тератоморф пыльцевых зерен *S. josikaea* на территории г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Сопоставление результатов палинологических исследований *S. josikaea* г. Мурманска с данными О. Ф. Дзюба [6] по Санкт-Петербургу показало, что на арктической урбанизированной территории выявлено большее число морфологических нарушений в развитии пыльцевых зерен, чем в условиях умеренных широт. Из 14 тератоморф пыльцы, обнаруженных в пробах г. Мурманска, только 6 совпадают с аномалиями развития, выявленными в Санкт-Петербурге (см. рис. 2.5; 2.7; 2.9; 2.10; 2.12; 2.13). Из них в арктическом городе чаще встречаются: безапертурные с нарушениями формы пыльце-

вого зерна, несимметричные, с нарушениями оболочки и мелкими размерами (см. рис. 2.5); безапертурные, бобовидной или округлой формы, с 2 бороздами (см. рис. 2.13). При этом есть тератоморфа, которая выявлена только в пробах в северном (ПП₁) и центральном районах г. Мурманска (ПП₂), – безапертурные пыльцевые зерна с патологически развитой оболочкой, имеющие гипертрофированные размеры (см. рис. 2.10). Экваториальный диаметр такой гипертрофированной пыльцы составляет 39,1 мкм, полярная ось – 42,5 мкм.

Из тератоморф, описанных О. Ф. Дзюба [6] в Санкт-Петербурге, в условиях высокоширотной урбанизированной территории редко встречаются: четырехапертурные пыльцевые зерна (см. рис. 2.7); с двумя аперттурами (см. рис. 2.9); одноапертурные, с нормально развитой оболочкой (см. рис. 2.12).

В пробах пыльцы *S. josikaea* на территории г. Мурманска выявлены тератоморфы, не описанные у О. Ф. Дзюба [6]: безапертурные пыльцевые зерна округлой формы, с нарушениями оболочки (разрыв, скол) и редуцированным содержимым (см. рис. 2.1); безапертурные, бобовидной или округлой формы, с 1 бороздой (щелью) (см. рис. 2.2); безапертурные, округлой формы, симметричные

с утолщенной оболочкой (см. рис. 2.3); с гиперразвитыми апертурами (кол-во 3), так что пыльцевые зерна приобретают трехлопастную форму (см. рис. 2.6); безапертурные, бобовидной или вытянутой формы (см. рис. 2.8); с гиперразвитыми апертурами (кол-во 4), так что пыльцевое зерно приобретает четырехлопастную форму (см. рис. 2.11).

В пробах пыльцы *S. josikaea* всех экспериментальных площадок г. Мурманска выявлены безапертурные, бобовидной или округлой формы пыльцевые зерна с 2 бороздами – это хорошо выраженный тетрадный рубец (в виде развершейся трехлучевой щели) (рис. 2.13). Наибольшее количество таких пыльцевых зерен выявлено в пробах северной части города (ПП₁) – в сквере у ТЦ «Мир» (2 %) и в центре (ПП₂) – в сквере на улице Ленинградской (1,4 %). Похожие тератоморфы пыльцы *S. josikaea* описаны О. Ф. Дзюба в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области [6]. Аналогичные аномалии с рубцами, напоминающими раскрытые/сомкнутые щели трехлучевых спор, выявлены при спорово-пыльцевом анализе семейства вересковых (*Ericaceae* Juss) в поверхностных пробах Кумжинского газоконденсатного месторождения [7]. По мнению О. Ф. Дзюба и О. В. Кочубей [7], такие аномалии развития свидетельствуют о высоком уровне загрязнения среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Палинологический анализ *S. josikaea* г. Мурманска выявил высокую морфологическую

изменчивость пыльцы, что проявляется в образовании большого числа палинотератов. Естественный полиморфизм пыльцы *S. josikaea* [6] варьирует в пределах 1–10 %, в условиях ухудшающейся экологической обстановки эти показатели могут увеличиваться (до 100 %). В пробах г. Мурманска доля тератоморфной пыльцы колеблется от 7,1 до 31,3 % в 2014 году и от 8,5 до 36,1 % в 2015 году, что указывает на неблагоприятные экологические условия. При этом на территории арктического города выявлено 14 тератоморф пыльцы *S. josikaea*, из них 8 морфологических аномалий развития описаны впервые. Из полученных данных не очевидно, экстремальные для вида климатические условия или антропогенная нагрузка оказывают наибольшее влияние на морфологическую изменчивость пыльцы, поскольку в пробах контрольной площадки также выявлено высокое содержание палинотератов (до 30 %). Это позволяет предположить, что аномалии в развитии пыльцы *S. josikaea*, интродуцированной на высокоширотной урбанизированной территории, прежде всего вызваны воздействием факторов атлантико-арктического климата. По-видимому, низкие температуры вегетационного сезона в сочетании с антропогенным воздействием усиливают отклонения в развитии пыльцевых зерен в ходе микроспорогенеза *S. josikaea*. Массовое появление аномальной пыльцы является ответом на наиболее экстремальные климатические обстановки и техногенные воздействия и отражает неблагоприятное состояние репродуктивной сферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакташева Н. М., Сероглазова Н. Г. Индикация чистоты окружающей среды по состоянию пыльцы растений, произрастающих в дельте Волги // Вестник МГОУ. Сер. «Естественные науки». 2012. № 1. С. 65–68.
2. Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятков А. Г., Джалилова Х. Х., Ильина Г. М., Чубатова Н. В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. М.: Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
3. Гонтарь О. Б., Жиров В. К., Казаков Л. А., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н. Зеленое строительство в городах Мурманской области. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2010. 292 с.
4. Гонтарь О. Б., Святковская Е. А., Тростенюк Н. Н., Коробейникова Н. М., Шлапак Е. П., Носатенко О. Ю. Мониторинг состояния древесных насаждений на некоторых объектах озеленения в центральной части города Мурманска // Известия Самарского НЦ РАН. 2013. Т. 15. № 3 (2). С. 621–625.
5. Горб В. К. Сирени на Украине. Киев: Наукова Думка, 1989. 160 с.
6. Дзюба О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб.: Недра, 2006. 197 с.
7. Дзюба О. Ф., Кочубей О. В. Качество пыльцы растений как индикатор интенсивности воздействия нефтегазового комплекса на природную среду охраняемых территорий России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. Т. 9. № 4. С. 19–24.
8. Жакова С. Н. Репродуктивная биология некоторых видов и культиваров рода сирень *Syringa* L.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Пермь, 2015. 23 с.
9. Жакова С. Н., Новоселова Л. В. Биология цветения сортов *Syringa vulgaris* L. // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16177> (дата обращения 06.12.2016).
10. Морозова Д. А., Василевская Н. В. Палинологические особенности *Syringa josikae* при интродукции на урбанизированных территориях в условиях высоких широт // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: Материалы VI Междунар. науч. конф. СПб., 2016. С. 345–348.
11. Морозова Д. А., Василевская Н. В. Динамика показателей палиноморфологического анализа *Syringa josikae* Jacq. в условиях техногенного загрязнения г. Мурманска // Экологические проблемы промышленных городов: Материалы 7-й Всероссийской научно-практ. конф. с междунар. участием. Саратов, 2015. С. 143–146.
12. Морозова Д. А., Василевская Н. В. Палиноморфологический анализ *Syringa josikaea* Jacq. в условиях арктического города (на примере г. Мурманска) // Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира: Материалы Междунар. науч. конф. Минск, 2014. С. 223–226.

13. Полякова Н. В. Биологические особенности представителей рода *Syringa* L. при интродукции в Башкирском Предуралье: Дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2010. 188 с.
14. Полякова Н. В. Биология семян видов сирени в ботаническом саду г. Уфы // Научные ведомости Бел ГУ. Сер. Естественные науки. 2011. № 3 (98). Вып. 14/1. С. 56–60.
15. Полякова Н. В. Жизнеспособность пыльцы видов рода *Syringa* L. при интродукции // Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. 2009. № 8. С. 235–238.
16. Полякова Н. В. Сезонный ритм развития видов рода *Syringa* L. в г. Уфа // Вестник ИРГСАХ. 2011. Вып. 44. Ч. 2. С. 120–125.
17. Пшеникова Л. М. Сирени, культивируемые в Ботаническом саду-институте ДВО РАН. Владивосток, 2007. 113 с.
18. Святковская Е. А., Гонтарь О. Б., Тростенюк Н. Н., Костина В. А. Видовое разнообразие и состояние древесных интродуцентов в разных типах озелененных территорий г. Апатиты // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. № 3. С. 539–544.
19. Токарев П. И. Палинология древесных растений, произрастающих на территории России: Дис. ... д-ра биол. наук. М., 2004. 498 с.
20. Шаренкова Е. А. Биология цветения, опыления и цитозембриологическое исследование некоторых видов сирени в условиях Прибайкалья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1969. 19 с.
21. Dadpour M., Naghilo S., Peighambaroust S., Panahirad S., Aliakbari M., Movafeghi A. Comparison of floral ontogeny in wild – type and double flowered phenotypes of *Syringa vulgaris* L. (Oleaceae) // Scientia Horticulturae. 2011. Vol. 127 (4). P. 535–541.
22. Jedrzejuk A. Ultrastructure of Pollen Grains from Forced and Unforced Shrubs of Common Lilac // Journal of Plant Growth Regulation. 2005. Vol. 24 (2). P. 83–92.
23. Jedrzejuk A., Lukaszewska A. High temperatures applied at fall forcing disturb ovule development in *Syringa vulgaris* L. “Mme Florent Stepman” // Acta Physiologiae Plantarum. 2008. Vol. 30. Issue 5. P. 673–678.
24. Naghilo S., Dadpour M., Gohari G., Endress P. Comparative study of inflorescence development of *Oleaceae* // Amer. J. of Botany. 2013. Vol. 100 (4). P. 647–663.

Vasilevskaya N. V., Murmansk Arctic State University (Murmansk, Russian Federation)

Morozova D. A., Murmansk Arctic State University (Murmansk, Russian Federation)

POLLEN TERATOMORPHISM OF *SYRINGA JOSIKAEA* JACQ. IN URBAN AREAS OF THE RUSSIAN ARCTIC

Research results of the palynological analysis of *Syringa josikaea* Jacq. pollen in conditions of the arctic climate of Murmansk city are presented. The size of pollen grains found on the densely populated territory is much lower than in other regions of Russia and Europe. 14 types of teratomorph of *S. josikaea* pollen grains were revealed. According to our research the level of teratomorphism varied from 7 to 31,3 % in 2014 and from 8,5 to 36,1 % in 2015. These indicators speak of the presence of generative processes in microsporogenesis and point to the adverse environmental conditions.

Key words: *Syringa josikaea* Jacq., palynology, teratomorphism, Arctic

REFERENCES

1. Baktasheva N. M., Seroglazova N. G. Indication of the environmental cleanliness according to the condition of plants' pollen found in Volga delta [Indikatsiya chistoty okruzhayushchey sredy po sostoyaniyu pyl'tsy rasteniy, proizrastayushchikh v del'te Volgi]. *Vestnik MGOU. Ser. Estestvennye nauki*. 2012. № 1. P. 65–68.
2. Barykina R. P., Veselova T. D., Devyatov A. G., Dzhililova K. H., Il'ina G. M., Chubatova N. V. *Spravochnik po botanicheskoy mikrotekhnike. Osnovy i metody* [Reference Book on Botanical Microtechnology. Foundation and methods]. Moscow, MGU Publ., 2004. 312 p.
3. Gontar' O. B., Zhirov V. K., Kazakov L. A., Svyatkovskaya E. A., Trostenyuk N. N. *Zelenoe stroitel'stvo v gorodakh Murmanskoy oblasti* [Green building in Murmansk region cities]. Apatity, 2010. 292 p.
4. Gontar' O. B., Svyatkovskaya E. A., Trostenyuk N. N., Korobeynikova N. M., Shlapak E. P., Nosatenko O. Yu. Condition monitoring of green spaces on some landscaping objects in the central part of Murmansk city [Monitoring sostoyaniya drevesnykh nasazhdeniy na nekotorykh ob'ektakh ozeleneniya v tsentral'noy chasti goroda Murmansk]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Science]. 2013. Vol. 15. № 3 (2). P. 621–625.
5. Gorb V. K. *Sireni na Ukraine* [Lilac on the Ukraine]. Kiev, 1989. 160 p.
6. Dzyuba O. F. *Palinoindikatsiya kachestva okruzhayushchey sredy* [Palynoindication of the environment quality]. St. Petersburg, 2006. 197 p.
7. Dzyuba O. F., Kochubey O. V. Pollen quality as an indicator of exposure intensity of the impact of gas and oil complex on protected areas of Russia [Kachestvo pyl'tsy rasteniy kak indikator intensivnosti vozdeystviya neftegazovogo kompleksa na prirodnyuyu sredyu okhranyaemykh territoriy]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2014. Vol. 9. № 4. P. 19–24.
8. Zhakova S. N. *Reproduktivnaya biologiya nekotorykh vidov i kul'tivarov roda siren' Syringa L.*: Aftoref. dis. ... kand. biol. nauk [Reproductive biology of some species and cultivars of lilac *Syringa* L.: Author's abst. PhD. biol. sci. diss.]. Perm, 2015. 23 p.
9. Zhakova S. N., Novoselova L. V. Blooming biology of *Syringa vulgaris* L. varieties [Biologiya tsveteniya sortov *Syringa vulgaris* L.]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014. № 6. Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16177> (assecced 06.12.2016).
10. Morozova D. A., Vasilevskaya N. V. Palynological features of *Syringa josikae* upon introduction on urbanized territories at high latitudes [Palinologicheskie osobennosti *Syringa josikae* pri introduktsii na urbanizirovannykh territoriyakh]

- v usloviyakh vysokikh shirot]. *Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchnoy konf. "Biologicheskoe raznoobrazie. Introduksiya rasteniy"*. St. Petersburg, 2016. P. 345–348.
11. Morozova D. A., Vasilevskaya N. V. Dynamics of indicators of palynomorphological analysis of *Syringa josikaea* Jacq. in conditions of technogenic pollution of Murmansk city [Dinamika pokazateley palinomorfoloicheskogo analiza *Syringa josikaea* Jacq. v usloviyakh tekhnogennoy zagryazneniya goroda Murmansk]. *Ecologicheskie problemy promyshlennyykh gorodov: Materialy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konf. s mezhdunarodnym uchastiem*. Saratov, 2015. P. 143–146.
 12. Morozova D. A., Vasilevskaya N. V. Palynomorphological analysis of *Syringa josikaea* in conditions of an arctic city (on example of Murmansk) [Palinomorfoloicheskii analiz *Syringa josikaea* v usloviyakh arkticheskogo goroda (na primere Murmansk)]. *Sovremennoe sostoyanie, tendentsii razvitiya, ratsional'noye ispol'zovanie i sokhraneniye biologicheskogo raznoobraziya rastitel'nogo mira: Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konf.* Minsk, 2014. P. 223–226.
 13. Polyakova N. V. *Biologicheskie osobennosti predstaviteley roda Syringa L. pri introduktsii v Bashkirskom Predural'e: Dis. ... kand. biol. nauk* [Biological features of representatives of the genus *Syringa* L. introduced in Bashkir Urals. PhD. biol. sci. diss.]. Ufa, 2010. 188 p.
 14. Polyakova N. V. Seed biology of lilac species in the botanical garden of Ufa city [Biologiya semyan vidov sireni v botanicheskom sadu goroda Ufa]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki*. 2011. № 3 (98). Issue 14/1. P. 56–60.
 15. Polyakova N. V. The vitality of pollen of species of *Syringa* L. genus at an introduction [Zhiznesposobnost' pyl'tsy vidov roda *Syringa* L. pri introduktsii]. *Byulleten' botanicheskogo sada Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009. № 8. P. 235–238.
 16. Polyakova N. V. Seasonal rhythm of development of *Syringa* L. species in the Ufa city [Sezonnyy ritm razvitiya vidov roda *Syringa* L. v gorode Ufa]. *Vestnik Irkutskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2011. Vol. 44. Part II. P. 120–125.
 17. Pshennikova L. M. *Sireni, kul'tiviruemye v Botanicheskom sadu-institute DVO RAN* [Lilacs, cultivated in the garden – institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Science]. Vladivostok, 2007. 113 p.
 18. Svyatkovskaya E. A., Gontar' O. B., Trostenyuk N. N., Kostina V. A. Species diversity and state of wood species in various types of green spaces of Apatity city [Vidovoe raznoobrazie i sostoyaniye drevesnykh introdu-tsentov v raznykh tipakh ozelenennykh territoriy goroda Apatity]. *Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2009. Vol. 12. № 3. P. 539–544.
 19. Tokarev P. I. *Palinologiya drevesnykh rasteniy, proizrastayushchikh na territorii Rossii: Dis. ... d-ra biol. nauk* [Palinology of woody plants growing on the territory of Russia. Dr. biol. sci. diss.]. Moscow, 2004. 498 p.
 20. Sharenkova E. A. *Biologiya tsveteniya, opyleniya i tsitoembriologicheskoye issledovanie nekotorykh vidov sireny v usloviyakh Pribaykal'ya: Aftoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Biology of blossoming, pollination and cytoembriological research of some species of lilacs in conditions of Baikal region. Author's abst. PhD. biol. sci. diss.]. Minsk, 1969. 19 p.
 21. Dadpour M., Naghiloo S., Peighambardoust S., Panahirad S., Aliakbari M., Movafeghi A. Comparison of floral ontogeny in wild – type and double flowered phenotypes of *Syringa vulgaris* L. (Oleaceae) // *Scientia Horticulturae*. 2011. Vol. 127 (4). P. 535–541.
 22. Jedrzejuk A. Ultrastructure of Pollen Grains from Forced and Unforced Shrubs of Common Lilac // *Journal of Plant Growth Regulation*. 2005. Vol. 24 (2). P. 83–92.
 23. Jedrzejuk A., Lukaszewska A. High temperatures applied at fall forcing disturb ovule development in *Syringa vulgaris* L. “Mme Florent Stepman” // *Acta Physiologiae Plantarum*. 2008. Vol. 30. Issue 5. P. 673–678.
 24. Naghiloo S., Dadpour M., Gohari G., Endress P. Comparative study of inflorescence development of *Oleaceae* // *Amer. J. of Botany*. 2013. Vol. 100 (4). P. 647–663.

Поступила в редакцию 12.09.2016