

ПЫЛЬЦА РАСТЕНИЙ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАК БИОИНДИКАТОР УСЛОВИЙ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ (ЗАБАЙКАЛЬЕ)



С.А. Решетова^{1,2}, И.Е. Сумарокова³

¹ Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

² Забайкальский государственный университет, Чита, Россия

³ Многопрофильная гимназия № 12", Чита, Россия

С помощью светового микроскопа изучены морфологические особенности пыльцевых зерен древесных и кустарниковых растений (Забайкальский край, г. Чита), находящихся в зоне повышенной техногенной нагрузки в условиях загрязнения транспортными выхлопами. Установлено, что меньше всего пыльцы с отклонениями в развитии содержится в пыльниках растений семейств ирисовых, крестоцветных и розоцветных. Наиболее подвержена техногенному воздействию пыльца бобовых и сложноцветных.

Ключевые слова: палиноморфология, полиморфизм, техногенное воздействие, тератоморфизм, г. Чита.

Введение

На сегодняшний день мы до сих пор недостаточно хорошо знаем и понимаем природные процессы, в том числе и те, в которых участвует человек. Особенно сложными являются отношения человека и природы на урбанизированных территориях, и крайне важна здесь возможность давать объективные и достоверные оценки и прогнозы качества не только воздуха, воды и почв, но и биологической составляющей окружающей среды. Известно, что на условия экологической нестабильности растения реагируют морфозами листьев, некрозами корней, а также мутациями семенного потомства [Гладков, 2007; Позолотина и др., 2010; Антонова и др., 2013]. Кроме этого, в условиях экологического неблагополучия растения производят уродливые пыльцевые зерна [Дзюба, 1995; Глазунова, 1996; Третьякова, Носкова, 2004; Решетова и др., 2015], поэтому важное место в биологической оценке занимает палиноиндикация, т.е. изучение морфологических особенностей пыльцы растений и их реакции на экологическую дестабилизацию без применения дорогостоящего оборудования [Дзюба, 2006].

Пыльца – это клетки генеративной сферы растений, которые сравнимы с клетками животных, в том числе и человека. В связи с этим, изучение их с указанной точки зрения может приблизить человека к пониманию, а может быть, и к решению многих проблем, связанных с его здоровьем.

Известно, что большое количество тератоморфных (с патологиями в развитии) пыльцевых зерен – от 45 до 100% – зафиксировано на территориях с высоким уровнем загазованности транспортными выхлопами, наличием большого количества промышленных предприятий и превышением в почвах ПДК цинка, кадмия

и свинца. В то время как процент естественного полиморфизма пыльцевых зерен у растений в благоприятных экологических условиях обычно не превышает 5–10, реже 20% [Дзюба, 2006]. При этом, чем хуже экологическая обстановка, тем выше процент содержания патологически развитой пыльцы и наоборот.

Палиноморфологические исследования в Чите с целью биоиндикации окружающей среды в пределах города ранее не проводились. По оценке экологов, Чита входит в число самых грязных городов России по уровню загрязнения воздуха [Захаров, 2018; Баландина, 2019]. Три года подряд город попадает в антирейтинг. Краевой центр занимает второе место в стране после Владивостока по количеству автомобилей на душу населения, что является одним из источников загрязнения атмосферного воздуха в черте города. Веществами, определяющими очень высокий уровень загрязнения атмосферы города, являются: бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, диоксид азота и фенол [Отчет... 2011]. Основной «вклад» в загрязнение воздуха вносят предприятия топливно-энергетического комплекса и автотранспорт. В связи с этим объектом данного исследования послужила пыльца растений городской территории Читы в районе комплекса «Мегаполис Спорт» – месте пересечения и оживленного движения на автодорогах улиц Комсомольская и Генерала Белика.

Целью исследования являлось изучение пыльцы растений как биоиндикаторов условий техногенного воздействия.

Материалы и методы

Для проведения исследования была выбрана территория оживленного автотранспортного дви-

жения как одного из факторов техногенного воздействия на пересечении двух автодорог по улицам Комсомольская и Генерала Белика (рис. 1). Выбор территории обусловлен сосредоточением в

одном месте разнообразия одновременно цветущих растений разной таксономической принадлежности, находящихся в зоне повышенной техногенной нагрузки.



**Рис. 1. Точки отбора пыльцы растений в районе «Мегаполис Спорт», г. Чита
(по Google Earth Pro)**

**Fig. 1. Fact map with pollen sampling points in Megapolis Sport
(according to Google Earth Pro)**

Изучена пыльца яблони ягодной *Malus baccata* (L.) Borkh. (см. рис. 2), одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H.Wigg. (см. рис. 3), клаусии солнцепечной *Clausia aprica* (Stephan ex Willd.) (см. рис. 4), остролодочника тысячелистного *Oxytropis miriophylla* (Pall.) DC. (см. рис. 5), касатика молочно-белого *Iris lactea* Pall. (см. рис. 6). Большинство растений располагалось предметно на распланированных газонах и клумбах, за исключением одуванчика, который рос повсеместно. Хаотичное местонахождение одуванчика позволило собрать образцы его пыльцы в трех точках: непосредственно у дороги, на расстоянии 20 и 70 м от нее – в глубине территории ближе к набережной р. Чита (см. рис. 1), в то время как остальные растения были собраны по одной пробе из представителей каждого семейства.

Перед микроскопированием пыльцу подготавливали с помощью методики обработки рецентной пыльцы [Пыльцевой анализ, 1950]. Пыльцевые зерна рассматривали с разных сторон с помощью биологического микроскопа Axiolab 2000 (Германия). Их размеры определяли при помощи окулярного микрометра. Просмотр и описание пыльцы осуществляли при увеличении в 400 и 630 раз.

Для исследования пыльцы и выявления морфологических отклонений в ее строении изучали не менее 150 зерен из 3–5 бутонов каждого растения. Фотографирование пыльцы производили на фотоаппарате Canon PC 1089 (Япония). Статистический расчет осуществляли путем подсчета процентного содержания тератоморфных и нормально развитых (типичных) пыльцевых зерен. Типичные пыльцевые зерна исследуемых растений предварительно изучены с помощью определителей [Пыльцевой анализ, 1950; Куприянова, Алешина, 1972, 1978; Дзюба, 2005].

Результаты и обсуждение

Яблоня ягодная. В поле зрения микроскопа преобладали типичные (нормально развитые) зерна (рис. 3, а, б) 3-бороздно-поровые бледно-желтого цвета. Преобладали зерна продолговатой формы, встречались продолговато-округлой и округлой. Задеры диаметра пыльцевых зерен произведены по полярной оси. Средний диаметр зерен составлял 28,6 мкм. Минимальный не превышал 17,6 мкм, максимальный – 33,0 мкм. Помимо типичных зерен в препарате установлены уплощенные зерна без

внутреннего содержимого (протоплазмы), которые отнесены к тератоморфным (рис. 3, c, d). Большин-

ство зерен имели симметричную форму, за исключением тератоморфных.



Рис. 2. Растения, пыльца которых послужила объектом исследования

а – яблоня ягодная, б – одуванчик лекарственный, с – клаусия солнцепечная, д – остролодочник тысячелистный, е – касатик молочно-белый

Fig. 2. Plants, the pollen of which was the object of study

а – *Malus baccata*, б – *Taraxacum officinale*, с – *Clausia aprica*, д – *Oxytropis miriophylla*, е – *Iris lactea*

Одуванчик лекарственный 1. В препарате преобладали типичные 3-поровидные зерна ярко-желтого цвета (см. рис. 4, а). Встречены бесцветные формы. Замеры размеров осуществлялись по экваториальному диаметру. Средний диаметр составил 30,2 мкм, минимальный – 13,8, максимальный – 42,2 мкм. Помимо типичных зерен выявлено значительное количество тератоморфных зерен с отклонениями: утолщенными верхними оболочками (рис. 4, б), с разрывами (рис. 4, в), со сросшимися и разорванными лакунами (рис. 4, г).

Все зерна, кроме зерен с отклонениями, симметричны. По форме зерна округлые и продолговатые.

Одуванчик лекарственный 2. В поле зрения микроскопа преобладали типичные 3-поровидные зерна ярко-желтого цвета. Средний экваториальный диаметр составил 30,0 мкм, минимальный – 13,2, максимальный – 44,0 мкм. Установлены зерна со сросшимися апертурами, утолщенными оболочками и зерна, заполненные воздухом (рис. 4, е). Все зерна, кроме зерен с отклонениями, симметричны. По форме все зерна округлые.

Одуванчик лекарственный 3. В препарате преобладали типичные 3-поровидные зерна ярко-желтого цвета. Средний диаметр составил 29,8 мкм, минимальный – 15,4, максимальный – 46,2 мкм. Были установлены редкие зерна со сросшимися лакунами и утолщенной верхней оболочкой. Все зерна, кроме зерен с отклонениями, симметричны. По форме все зерна округлые.

Клаусия солнцепечная. Под микроскопом все зерна с типичными признаками морфологии пыльцы (см. рис. 5, а). Зерна шаровидной, округлой формы мелких размеров от 11 (рис. 5, б) до 22 мкм со средним диаметром 15,6 мкм. Тератоморфных пыльцевых зерен в препарате не установлено.

Остролодочник тысячелистный. В препарате преобладали типичные 3-бороздно-оровые зерна светло-желтого цвета (см. рис. 6, а). Диаметр зерен измерен по полярной оси и экваториальному диаметру. Средняя длина полярной оси составила 23,6 мкм, минимальная – 19,8, максимальная – 30,8 мкм. Средний экваториальный диаметр составил 20,3 мкм, минимальный – 15,4, максимальный – 24,2 мкм. Помимо типичных

зерен установлено значительное количество уплощенных и смятых без внутреннего содержимого зерен, отнесенных к тератоморфным (см. рис. 6, б). Все зерна, кроме зерен с отклонениями, являлись симметричными. По форме зерна зафиксированы округлые, продолговатые и округло-продолговатые.

Касатик молочно-белый. Под микроскопом преобладали типичные зерна крупных размеров желто-

коричневого цвета (см. рис. 7, а, б). Размер зерен произведен по полярной оси. Средний диаметр составил 62,6 мкм, минимальный – 26,4, максимальный 88,0 мкм. Помимо типичных зерен установлены тератоморфные уплощенные зерна без внутреннего содержимого (рис. 7, в) и смятые (рис. 7, г). Все зерна симметричны. По форме зерна продолговатые, округлые и округло-продолговатые.

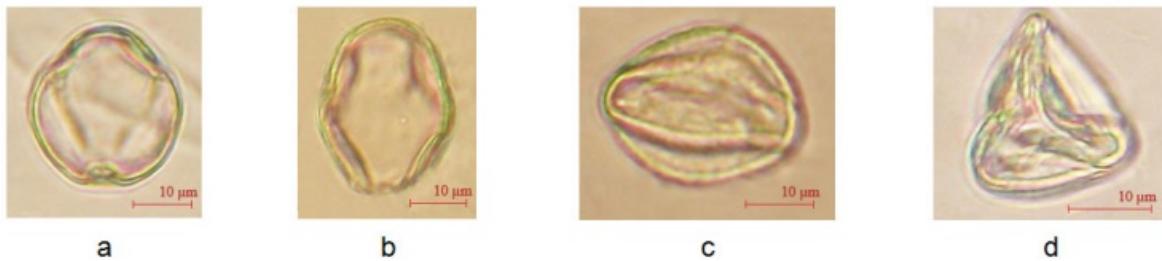


Рис. 3. Пыльцевые зерна яблони ягодной (*Malus baccata*) под световым микроскопом

а – типичное пыльцевое зерно, вид с полюса; б – типичное пыльцевое зерно, вид с экватора; в – тератоморфное уплощенное пыльцевое зерно; г – тератоморфное уплощенное и смятое пыльцевое зерно

Fig. 3. Pollen grains of a *Malus baccata* under a light microscope

а – a typical pollen grain of a *Malus baccata*, polar view; б – typical pollen grain of *Malus baccata*, equatorial view; в – teratomorphic flattened pollen grain of *Malus baccata*; г – teratomorphic flattened and crushed pollen grain of *Malus baccata*

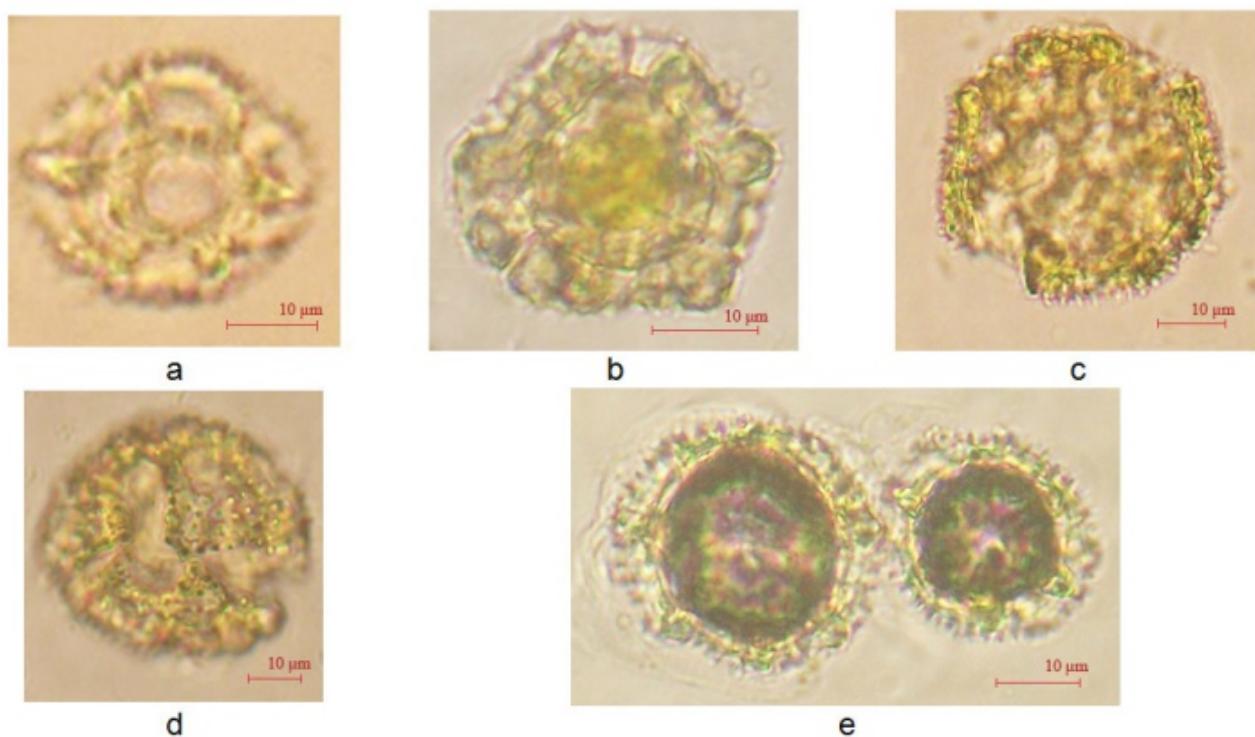


Рис. 4. Пыльцевые зерна одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) под световым микроскопом

а – типичное пыльцевое зерно, вид с экватора; б – тератоморфное пыльцевое зерно с утолщенной оболочкой; в, г – тератоморфные пыльцевые зерна, сросшиеся и разорванные лакуны; д – тератоморфные пыльцевые зерна, заполненные воздухом

Fig. 4. Pollen grains of *Taraxacum officinale* under a light microscope

а – a typical pollen grain, equatorial view; б – teratomorphic pollen grain with a thickened shell; в, г – teratomorphic pollen grains. Fused and torn gaps; д – teratomorphic pollen grains filled with air

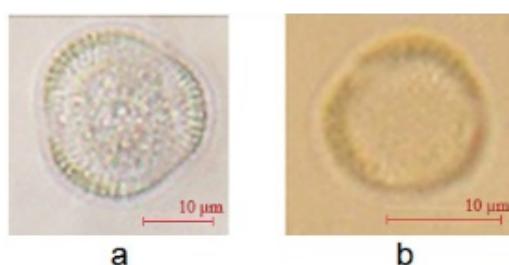


Рис. 5. Пыльцевые зерна клаусии солнцепечной (*Clausia aprica*) под световым микроскопом
а – типичное пыльцевое зерно, вид с полюса; б – мелкое пыльцевое зерно, вид с полюса

Fig. 5. Pollen grains of *Clausia aprica* under a light microscope

a – a typical pollen grain, polar view; b – small pollen grains, polar view

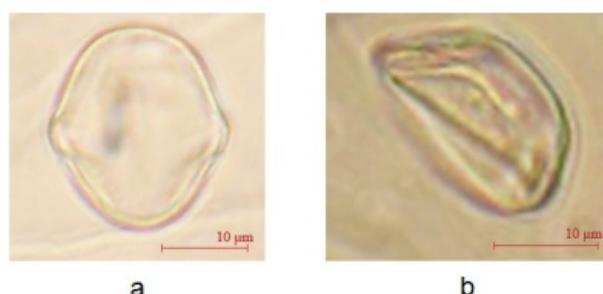


Рис. 6. Пыльцевые зерна остролодочника тысячелистного (*Oxytropis miriophylla*) под световым микроскопом

а – типичное пыльцевое зерно, вид с экватора; б – тератоморфное уплощенное пыльцевое зерно

Fig. 6. Pollen grains of the *Oxytropis miriophylla* under a light microscope

a – typical pollen grain, equatorial view; b – teratomorphic flattened pollen grain



Рис. 7. Пыльцевые зерна касатика молочно-белого (*Iris lactea*) под световым микроскопом
а – типичное пыльцевое зерно, вид с экватора; б – типичное пыльцевое зерно, вид с полюса; в – тератоморфное уплощенное пыльцевое зерно; г – тератоморфное смятое пыльцевое зерно

Fig. 7. Pollen grains of *Iris lactea* under a light microscope

a – typical pollen grains, equatorial view; b – typical pollen grain, polar view; c – teratomorphic flattened pollen grain; d – teratomorphic crushed pollen grain

По итогам наблюдения морфологических особенностей 1 050 зерен пыльцы пяти растений: яблони ягодной, одуванчика лекарственного, клаусии солнцепечной, остролодочника тысячелистного и касатика молочно-белого, произрастающих на территории комплекса «Мегаполис Спорт» установлено, что в пыльниках всех растений, за исключением клаусии, содержались тератоморфные зерна. Тератоморфные проявления касались в основном изменения скульптуры верхней оболочки пыльцы, которая в нормальных

естественных условиях является стабильным признаком, позволяя относить зерна к таксонам определенного семейства, рода или вида. Выделенные отклонения в развитии пыльцы объединены в шесть групп:

- уплощенные;
- смятые;
- разорванные;
- со сросшимися апертурами;
- с утолщенной оболочкой;
- заполненные воздухом (таблица).

Результаты тестирования пыльцевых зерен растений в условиях загрязнения транспортными выхлопами в районе «Мегаполис Спорт» (г. Чита)

Test results of pollen grains of plants under pollution by transport exhaust in the area of Megapolis Sport (Chita)

№ п/п	Таксон	Доля пыльцевых зерен, %						
		Нормально развитая (типичная) пыльца	Пыльца с отклонениями					
			уплощенная	смятая	разорванная	сросшиеся апертуры	утолщенная оболочка	заполненная воздухом
1	Яблоня ягодная	94	6	–	–	–	–	–
2	Одуванчик лекарственный 1	59	–	–	7	27	7	–
3	Одуванчик лекарственный 2	81	–	–	–	15	3	1
4	Одуванчик лекарственный 3	91	–	–	–	6	3	–
5	Клаусия солнцепечная	100	–	–	–	–	–	–
6	Остролодочник тысячелистный	67	28	5	–	–	–	–
7	Касатик молочно-белый	96	–	3	1	–	–	–

Размеры пыльцевых зерен (наличие очень мелкой и очень крупной пыльцы) в число признаков тератоморфоза не включены, так как часто уровень естественного полиморфизма растений достаточно высок. Особенno это касается пыльцы одуванчика, для которого даже в условиях экологического благополучия характерны значительные вариации в размерах пыльцевых зерен и количестве апертур [Дзюба, 2005].

Особенных отклонений в изменении формы пыльцевых зерен изученных растений не выявлено. В пыльниках преобладали зерна с формами, присущими типичным зернам.

Наибольшим разнообразием выделенных тератоморфных отклонений, касающихся нарушений скульптуры оболочки пыльцевого зерна, характеризовались выборки пыльцы одуванчика и полным отсутствием таковых – пыльцы клаусии.

Полученные данные о морфологических особенностях пыльцевых зерен растений, произрастающих на территории комплекса «Мегаполис Спорт», обра-

ботанные в программе Excel, показали, что в пыльниках яблони преобладает до 94% нормально развитых зерен. Обилие тератоморфных зерен составляет 6%, которые представлены уплощенными разновидностями.

Проба одуванчик 1 характеризуется преобладанием до 59% нормально развитых зерен. Процент тератоморфоза в его пыльниках составляет 41. Среди таких зерен – разорванные, зерна со сросшимися апертурами и зерна с утолщенной оболочкой.

В пыльниках одуванчика 2 преобладают нормально развитые зерна до 81%. Процент тератоморфоза небольшой и не превышает 19.

Проба одуванчик 3 характеризуется преобладанием нормально развитых зерен до 91%. Процент тератоморфоза составляет лишь 9.

По результатам исследования пыльцевых зерен трех проб одуванчика установлена прямая зависимость содержания в его пыльниках тератоморфной пыльцы от расстояния до автомагистрали (рис. 8).

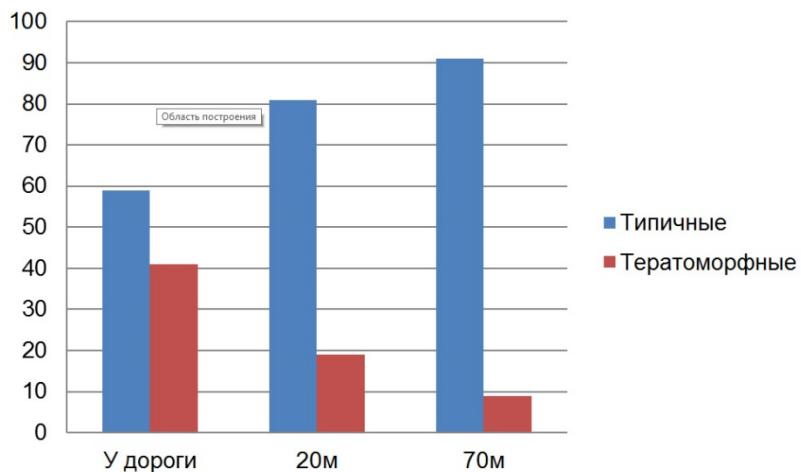


Рис. 8. Содержание нормально развитых пыльцевых зерен и зерен с отклонениями в пыльниках одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) в зависимости от местонахождения на территории комплекса «Мегаполис Спорт»

Fig. 8. The content of normally developed pollen grains and grains with deviations in the anthers of *Taraxacum officinale*, depending on the location in the territory of the Megapolis Sport complex

В пыльниках остролодочника тысячелистного установлено 67% нормально развитых зерен. Процент тератоморфоза довольно велик и составляет 33.

Пыльцевые зерна касатика характеризуются преобладанием до 96% нормально развитых зерен. Процент тератоморфоза не превышает 4.

Статистическая обработка полученных данных показала, что наибольшее количество отклонений в морфологических особенностях пыльцы изученных растений установлено в пыльцевых зернах одуванчика (41%) и остролодочника (33%). Среди нарушенной пыльцы одуванчика преобладают зерна со сросшимися апертурами. Кроме того, выявлено, что по мере удаления от автомобильной дороги в пыльниках одуванчика прямо пропорционально уменьшается обилие нарушенной пыльцы, свидетельствуя о том, что чем меньше растение испытывает техногенную нагрузку, тем лучше себя чувствует.

Среди тератоморфной пыльцы остролодочника преобладают уплощенные пыльцевые зерна без внутреннего содержимого (протоплазмы), не обеспечивая растению возможность оплодотворения и размножения. Клаусия, яблоня и касатик чувствуют себя вполне комфортно в месте пересечения автодорог с интенсивным движением.

Заключение

В результате проведенных исследований выполнено тестирование морфологических особенностей пыльцы яблони, одуванчика, клаусии, остролодочника и касатика. Тестирование показало различную реакцию растений на уровне генеративной сферы на условия загазованности транспортными выхлопами. Ярче реагируют одуванчик и остролодочник. Многочисленные отклонения в морфологии пыльцевых зерен одуванчика и повсеместное его распространение на урбанизированной территории позволяет использовать его пыльцу в качестве биоиндикатора для дальнейшего мониторинга окружающей среды в пределах города. Известно, что в почвах г. Читы, в том числе на пришкольных участках и больничных парках, обнаружен бенз(а)пирен, превышающий предельно-допустимые концентрации и относящийся к токсичным веществам 1-го класса опасности [Отчет... 2011], что может создавать угрозу здоровью населения. Биоиндикация с помощью пыльцы одуванчика в комплексе с геохимическим опробованием на территориях дошкольных учреждений, средних школ и учреждений здравоохранения могут послужить составной частью недорогостоящего мониторинга состояния почв и растений, а по его результатам – разработке мероприятий по снижению уровня загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонова Е.В., Каримуллина Э.М., Позолотина В.Н. Внутривидовая изменчивость дремы белой в градиенте радионуклидного загрязнения ВУРСа // Экология. 2013. № 1. С. 20–29. DOI: 10.7868/S0367059713010022
- Баландина А. Жить тут невозможно: самые загрязненные города России // Газета.ru. URL: <https://www.gazeta.ru/social/2019/07/19/12509503.shtml> (дата обращения: 20.08.2019).

- Гладков Е.А.** Влияние комплексного взаимодействия тяжелых металлов на растения мегаполисов // Экология. 2007. № 1. С. 71–74.
- Глазунова К.П.** Нарушения типичного строения пыльцевых зерен *Tussilago farfara* L. (Compositae) // Палинология в биостратиграфии, палеоэкологии и палеогеографии. 1996. С. 35–36.
- Дзюба О.Ф.** Палиноиндикация состояния окружающей среды и индикация глобальных экологических процессов в историческом прошлом Земли // Палинология в России. 1995. С. 104–112.
- Дзюба О.Ф.** Атлас пыльцевых зерен (неацетолизированных и ацетолизированных), наиболее часто встречающихся в воздушном бассейне восточной Европы. М., 2005. 68 с.
- Дзюба О.Ф.** Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб. : Недра, 2006. 197 с.
- Захаров И.** 10 самых грязных городов России 2018 по экологии, список Минприроды. URL: <https://basetop.ru/10-samyih-gryaznyih-gorodov-rossii-2018-po-ekologii-spisok/> (дата обращения: 20.08.2019).
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А.** Пыльца и споры растений флоры европейской части СССР. Л. : Наука, 1972. Т. 1. 170 с.
- Куприянова Л.А., Алешина Л.А.** Пыльца двудольных растений флоры европейской части СССР Lamiaceae-Zygophyllaceae. Л. : Наука, 1978. 184 с.
- Отчет по объекту «Геолого-экологическое исследование на территории г. Читы с целью оценки антропогенного воздействия на окружающую среду» / отв. исп. Е.В. Белякова.** Чита, 2011. Кн. 1. 300 с.
- Позолотина В.Н., Антонова Е.В., Каримуллина Э.М.** Оценка радиационного воздействия на ценопопуляции звездчатки злаковой в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа // Экология, 2010. № 6. С. 403–413.
- Пыльцевой анализ** / ред. И.М. Покровская. М. : Госгеолиздат, 1950. 571 с.
- Решетова С.А., Солодухина М.А., Юргенсон Г.А.** О связи полиморфизма и аномалий пыльцы тарана узколистного и мака голостебельного с повышенным содержанием в цветках и бутонах токсичных элементов // Экология. 2015. № 1. С. 33–39.
- Третьякова И.Н., Носкова Н.Е.** Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса // Экология. 2004. № 1. С. 20–3.

Авторы:

Решетова Светлана Александровна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии и рудогенеза, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, доцент кафедры географии, безопасности жизнедеятельности и технологий Забайкальского государственного университета, Чита, Россия.

E-mail: srescht@mail.ru

Сумарокова Ирина Евгеньевна, ученица 9-го класса, Многопрофильная гимназия № 12", Чита, Россия.

E-mail: sumarokova_04@mail.ru

Geosphere Research, 2019, 4, 15–23. DOI: 10.17223/25421379/13/2

S.A. Reshetova^{1,2}, I.E. Sumarokova³

¹ Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS, Chita, Russia

² Transbaikal State University, Chita, Russia

³ Multidisciplinary gymnasium No. 12, Chita, Russia

POLLEN OF PLANTS IN URBAN AREAS AS A BIOINDICATOR OF INDUSTRIAL POLLUTION

Using a light microscope, the morphological features of pollen grains of woody and shrubby plants (Trans Baikal Territory, Chita), located in the zone of increased technogenic load in the conditions of pollution by transport exhausts, were studied. The pollen of *Malus baccata* (L.) Borkh., *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H. Wigg., *Clausia aprica* (Stephan ex Willd.), *Oxytropis miriophylla* (Pall.) DC., *Iris lactea* Pall. According to the results of the morphological features of 1050 pollen grains of five plants, it was found that the anthers of all plants, with the exception of *Clausia*, contained teratomorphic (with developmental deviations) grains. Teratomorphic manifestations related mainly to changes in the sculpture of the upper shell of pollen - exina, the structure of which under normal natural conditions is a stable sign, allowing grains to be classified as taxa of a specific family, genus or species. The identified deviations in the development of pollen are grouped into 6 groups: - flattened; - crumpled; - with a thickened shell; - with fused apertures; - torn; - filled with air. Statistical processing of the obtained data showed that the largest number of deviations in the morphological features of the pollen of the studied plants was found in the pollen grains of *Taraxacum officinale* (41%) and *Oxytropis miriophylla* (33%). Among teratomorphic pollen of *Oxytropis*, flattened pollen grains predominated without internal contents (protoplasm), not providing the plant with the possibility of fertilization and reproduction. An *Malus baccata* and a *Iris lactea* were characterized by the smallest amount of disturbed pollen, while *Clausia aprica* was characterized by its complete absence. The sizes of pollen grains (the presence of very fine and very large pollen) are not included in the number of signs of teratomorphosis, because often the level of natural polymorphism of the studied plants is quite high. This is especially true for *Taraxacum officinale* pollen, which even in conditions of ecological well-being is characterized by significant variations in the size of pollen grains and the number of apertures. The greatest variety of identified teratomorphic deviations regarding violations of shell sculptures was characterized by *Taraxacum* pollen samples and the complete absence of those, *Clausia* pollen. Among the disturbed *Taraxacum* pollen, grains with fused apertures predominated. The results of a study of its pollen grains showed a direct correlation of the content of pollen in its anthers with deviations, the volumes of which increase as we approach the source of pollution - the road. Since *Taraxacum officinale* is usually widespread in urban areas and is characterized by the greatest variety of identified teratomorphic deviations, bioindication with the help of its pollen in combination with geochemical testing could serve as an integral part of monitoring the state of soils and plants in Chita, and, based on its results, the development of measures to reduce pollution.

Keywords: palynomorphology, polymorphism, technogenic impact, teratomorphism, Chita.

References

- Antonova E.V., Karimullina E.M., Pozolotina V.N. Intraspecific variation in Melandrium album along a radioactive contamination gradient at the Eastern Ural radioactive trace // Russian journal of Ecology. 2013. V. 44(1). pp. 18–27. DOI: 10.1134/S1067413613010025
- Balandina A. *Zhit' tut nevozmozhno: samye zagryaznennye goroda Rossii* [It's impossible to live here "]: the most polluted cities in Russia] // Gazeta.ru. <https://www.gazeta.ru/social/2019/07/19/12509503.shtml> (accessed 20.08.2019 g.). In Russian.
- Gladkov, E. A. Effect of complex interaction between heavy metals on plants in a megalopolis // Russian journal of Ecology. 2007. V. 38 (1). pp. 68–71. DOI: 10.1134/S1067413607010110
- Glazunova K.P. *Narusheniya tipicheskogo stroenija pyl'cevyh zeren Tussilago farfara L. (Compositae)* [Violations of the typical structure of pollen grains of *Tussilago farfara* L. (Compositae)] // Palinologiya v biostratigrafii, paleoekologii i paleogeografi. 1996. pp. 35–36. In Russian.
- Dzyuba O.F. *Atlas pyl'tsevykh zoren (neatsetolizirovannykh i atsetolizirovannykh), naiboleye chasto vstrechayushchikhsya v vozdushnom basseyne vostochnoy Evropy* [Atlas of pollen grains (non-acetolized and acetolized), most commonly found in the air basin of eastern Europe]. M., 2005. 68 p. In Russian.
- Dzyuba O.F. *Palinoindikatsiya kachestva okruzhayushchey sredy* [Palinoindication of environmental quality]. St-Petersburg: Nedra, 2006. 197 p. In Russian.
- Zakharov I. *10 samykh gryaznykh gorodov Rossii 2018 po ekologii, spisok Minprirody* [The 10 most dirty cities of Russia in 2018 in ecology, the list of the Ministry of Natural Resources] // <https://basetop.ru/10-samyih-gryaznyih-gorodov-rossii-2018-po-ekologii-spisok/> (accessed 20.08.2019). In Russian.
- Kupriyanova L.A., Aleshina L.A. *Pyl'tsa i spory rasteniy flory yevropeyskoy chasti SSSR* [Pollen and spores of plants of the flora of the European part of the USSR]. T. 1. Leningrad: Nauka, 1972. 170 p. In Russian.
- Kupriyanova L.A., Aleshina L.A. *Pyl'tsa dvudol'nykh rasteniy flory yevropeyskoy chasti SSSR Lamiaceae-Zygophyllaceae* [Pollen of dicotyledonous plants of the flora of the European part of the USSR Lamiaceae-Zygophyllaceae]. Leningrad : Nauka, 1978. 184 p. In Russian.
- Otchet po ob'yektu «Geolo-ekologicheskoye issledovaniye na territorii g. Chity s tsel'yu otsenki antropogenного vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu»* [Report on the object "Geological and ecological research in the city of Chita with the aim of assessing the anthropogenic impact on the environment"] / otv. isp. Belyakova Ye.V. Chita. 2011. Kniga 1. 300 p. In Russian.
- Pozolotina, V.N., Antonova, E.V., Karimullina, E.M. Assessment of radiation impact on *Stellaria graminea* cenopopulations in the zone of the Eastern Ural Radioactive Trace // Russian journal of Ecology. 2010. V. 41(6). pp. 459–468. DOI: 10.1134/S1067413610060019
- Pyl'tsevoy analiz* [Pollen analysis] / red. I.M. Pokrovskaya. Moscow: Gosgeolizdat, 1950. 571 p. In Russian.
- Reshetova, S.A., Solodukhina, M.A., Yurgenson, G.A. The Interrelation between Pollen Abnormalities and Polymorphism and the Increased Contents of Toxic Elements in Flowers and Flower Buds in *Aconogonon angustifolium* (Pall.) Hara. and *Papaver nudicaule* L. // Russian journal of Ecology. 2015. V. 46 (1). pp. 36–42.
- Tret'yakova I.N., Noskova N.Ye. *Pyl'tsa sosny obyknovennoy v usloviyakh ekologicheskogo stressa* [Pollen of common pine under environmental stress] // Ekologiya. 2004. V. 1. pp. 20–33. In Russian.

Author's:

Reshetova Svetlana A., Cand. Sci. (Geographical), Senior Researcher, Laboratory of Geochemistry and Ore Genesis, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Associate Professor, Department of Geography, Theory and Methods of Teaching Geography, Trans-Baikal State University, Chita, Russia.
 E-mail: srescht@mail.ru

Sumarokova Irina E., Grade 9 student, Multidisciplinary Gymnasium No. 12", Chita, Russia.
 E-mail: sumarokova_04@mail.ru