

---

---

# ИЗУЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

---

## THE STUDY AND REHABILITATION OF ECOSYSTEMS

---

---

УДК 502.6:581.331.2

### ПЕРСПЕКТИВЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С. С. ПОЗНЯК<sup>1)</sup>, К. А. ПРУДНИКОВА<sup>2)</sup>, О. М. КОНОПЕЛЬКО<sup>3)</sup>, А. Н. ХОХ<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова,  
Белорусский государственный университет, ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь

<sup>2)</sup>Белорусский государственный медицинский университет,  
пр. Дзержинского, 83, 220116, г. Минск, Беларусь

<sup>3)</sup>Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю  
радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды,  
пр. Независимости, 110, 220114, г. Минск, Беларусь

<sup>4)</sup>Научно-практический центр Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь,  
ул. Филимонова, 25, 220114, г. Минск, Беларусь

---

#### Образец цитирования:

Позняк СС, Прудникова КА, Конопелько ОМ, Хох АН. Перспективы мониторинга состояния природной среды с использованием спорово-пыльцевых зерен растений Республики Беларусь. *Журнал Белорусского государственного университета. Экология.* 2019;3:9–17.

#### For citation:

Pazniak SS, Prudnikova KA, Konopelko OM, Khokh AN. Perspectives of monitoring of the natural environment using spore-dusty grains of plants in the Republic of Belarus. *Journal of the Belarusian State University. Ecology.* 2019;3:9–17. Russian.

---

#### Авторы:

**Сергей Степанович Позняк** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе.

**Ксения Александровна Прудникова** – преподаватель-стажер кафедры биологической химии.

**Ольга Михайловна Конопелько** – магистр технических наук, ведущий инженер-эколог.

**Анна Николаевна Хох** – заведующий лабораторией исследования материалов, веществ и изделий.

#### Author:

**Sergei S. Pazniak**, doctor of science (agriculture), professor; deputy director for research.

*pazniak@iseu.by*

**Ksenia A. Prudnikova**, lecturer-probationer at the department of biological chemistry.

*prudnikovaksjusha@rambler.ru*

**Olga M. Konopelko**, master of science (engineering); leading environmental engineer.

*olga95\_kon@mail.ru*

**Anna N. Khokh**, head of the laboratory for the study of materials, substances and products.

*lann1hoh@gmail.com*

Рассматриваются основные направления экологической палинологии как одной из самостоятельных сфер мониторинга состояния окружающей среды в настоящем и перспективе. Отмечается, что пыльца является хорошим биологическим индикатором экологических загрязнений, чувствительна к внешним негативным факторам (радиация, вулканическая деятельность, повышенная солнечная активность, выбросы тяжелых металлов). Негативное влияние внешней среды отражается на ее строении (она становится стерильной). Оцениваются традиционные принципы мониторинга. Апробируется палинологический метод, основанный на изучении таксономического состава спорово-пыльцевых спектров. Проведено исследование пыльцевых зерен растений, наиболее распространенных в Республике Беларусь (ива белая, мать-и-мачеха, ветреница дубравная, каштан конский обыкновенный, нарцисс желтый, примула весенняя, береза повислая, черешня, вишня обыкновенная, резуха короткоплодная, яблоня лесная, самшит, айва японская, рябина обыкновенная, крокус весенний). Установлено, что у большинства из них истончена спородерма, являющаяся довольно устойчивой структурой к внешнему воздействию. Предполагается, что ее истончение – результат длительного негативного воздействия факторов окружающей среды на растения. Подтверждена возможность использования таксономического состава пыльцевых спектров древесных и травянистых растений, их морфологического строения для мониторинга состояния окружающей среды, ретроспективного анализа и прогнозирования состояния экосистем.

**Ключевые слова:** пыльцевые зерна; спородерма; таксономический состав; световая оптическая микроскопия; морфология пыльцевых зерен; временные препараты.

## PERSPECTIVES OF MONITORING OF THE NATURAL ENVIRONMENT USING SPOTER-DUSTY GRAINS OF PLANTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

S. S. PAZNIAK<sup>a</sup>, K. A. PRUDNIKOVA<sup>b</sup>, O. M. KONOPELKO<sup>c</sup>, A. N. KHOKH<sup>d</sup>

<sup>a</sup>International Sakharov Environmental Institute, Belarusian State University,  
23/1 Daihabrodskaja Street, Minsk 220070, Belarus

<sup>b</sup>Belarusian State Medical University,  
83 Dzarzhynskaga Avenue, Minsk 220116, Belarus

<sup>c</sup>Republican Center for Hydrometeorology, Control of Radioactive Contamination and Environmental Monitoring,  
110 Niezaliežnasci Avenue, Minsk 220114, Belarus

<sup>d</sup>Scientific and Practical Centre of the State Forensic Examination Committee of the Republic of Belarus,  
25 Philimonova Street, Minsk 220114, Belarus

Corresponding author: S. S. Pazniak (pazniak@iseu.by)

The paper presents the guidelines of the environmental palynology as one of the independent areas of environmental monitoring both current and prospective. It is shown that pollen is a valuable biological indicator of environmental contamination, sensitive to external negative factors (radiation, volcanic activity, heavy metals pollution).

In the course of implementation, a sampling and research was carried out using a microscope of pollen grains of the most common plants of the Republic of Belarus: white willow, coltsfoot, young anemone, horse chestnut, yellow narcissus, spring primrose, hanging birch, sweet cherry, cherry short-fruited, forest apple, boxwood, Japanese quince, mountain ash, spring crocus. As a result of research, it has been established that the majority of the pollen grains studied have thinned sporoderma, which is a very resistant structure to external influences, which is apparently the result of a prolonged negative impact of environmental factors on plants. The possibility of using the taxonomic composition of pollen spectra of woody and herbaceous plants, their morphological structure for monitoring the state of the environment, retrospective analysis and forecasting the status of ecosystems was confirmed.

**Key words:** pollen grains; sporoderma; taxonomic composition; light optical microscopy; the morphology of pollen grains; temporary preparations.

### Введение

Загрязнение окружающей среды стало одной из острых проблем современности. Оно вызывает негативные, часто необратимые нарушения, приводящие к изменению и деградации экосистем, а также ухудшению здоровья людей. В настоящее время среди известных научных течений стали выделяться новые, прогрессивные направления, которые занимаются исследованием уровня загрязнения природной среды. Одним из них является экологическая палинология. Это молодое и активно развивающееся отдельное, самостоятельное звено в цепи мониторинга состояния окружающей среды в настоящем и будущем.

Пыльца высших растений является хорошим биологическим индикатором экологических загрязнений (радиации, вулканической деятельности, повышенной солнечной активности, выбросов тяжелых

металлов и т. д.). Под влиянием перечисленных и многих других факторов происходят изменения морфологической структуры пыльцевых зерен: изменяются размеры и форма, количество и тип апертур, их расположение относительно друг друга, скульптура поверхности, количество слоев и толщина оболочки пыльцевого зерна [1]. Чем интенсивнее влияние внешних негативных факторов, тем серьезнее и очевиднее изменения, происходящие в морфологическом строении пыльцы. Важным моментом является то, что большая часть такой пыльцы теряет свою главную функцию, – она становится стерильной.

Негативные факторы воздействия индустриализованной среды на живую природу нарушают процессы жизнедеятельности растений и приводят к продуцированию большого количества тератоморфных пыльцевых зерен. Чем выше загрязненность окружающей среды, тем больше тератоморфной пыльцы попадает в атмосферные аэрозоли [2]. Аэропалинологический мониторинг в комплексе с морфологическим и биохимическим контролем качества пыльцы в зонах загрязнения и вблизи них помогает решению ряда сложных медицинских и природоохранных проблем. Существует Национальная система мониторинга окружающей среды, которая на данный момент решает только часть задач по ее оценке, в том числе с помощью объектов растительного мира [3].

Использование традиционных методов оценки воздействия на окружающую среду зачастую не позволяет получать адекватную информацию о происходящих в ней качественных изменениях. В связи с этим требуется оптимизация существующих и поиск новых инновационных методов мониторинга. Весьма перспективным, с нашей точки зрения, является применение методов биологической индикации, которые позволяют оценивать не только отдельные компоненты, но и в целом состояние биосферы. Существующие в настоящее время апробированные методы биоиндикации имеют ряд таких недостатков, как сложность выполнения, высокая стоимость и узкая область применения [4]. По нашему мнению, палинологический метод – достойное перспективное направление, не имеющее вышеуказанных недостатков. Он основан на изучении таксономического состава спорово-пыльцевых спектров в комплексе и с учетом отклонений в морфологическом строении зерен, непосредственным анализом специфики этих отклонений.

Цель исследования заключается в изучении таксономического состава пыльцевых спектров древесных и травянистых растений, их морфологического строения для оценки состояния окружающей среды, ретроспективного анализа и прогнозирования состояния экосистем.

Задачи исследования:

– Осуществить отбор экспериментального материала пыльцы растений, наиболее распространенных в Республике Беларусь, в период массового цветения.

– Выполнить палинологические исследования пыльцевых зерен с помощью светового и сканирующего электронного микроскопов по параметрам: форма пыльцевого зерна, размер пыльцевого зерна, количество апертур, характер расположения и тип апертур, толщина и количество слоев спородермы, характер и тип скульптуры спородермы, нарушение симметрии пыльцевого зерна.

– Выявить тератоморфные, стерильные и фертильные пыльцевые зерна, свидетельствующие о состоянии окружающей среды.

## Материалы и методы исследования

Палинологические исследования включают в себя подготовку препаратов из пыльцы и их изучение с помощью микроскопии. В нашем исследовании мы использовали пыльцу «свежую» и гербарную. Были изучены календари пыления растений и выбраны наиболее благоприятные дни для сбора пыльцы.

В период массового цветения цветки растений срезались и сушились в течение трех дней. После этого пыльца с каждого цветка стряхивалась на предметное стекло или в пробирки эппендорф, в зависимости от цели получения пыльцевых зерен. Данный метод сбора пыльцевых зерен позволяет избежать попадания пыльцы других растений в смесь пыльцевых зерен, необходимую нам для анализа, и собрать пыльцевые зерна с минимальными повреждениями [5].

Далее проводилось приготовление временных препаратов из пыльцы. Временный препарат – это материал, используемый в течение непродолжительного времени. В качестве дисперсной среды при приготовлении препаратов чаще всего применялась вода, иногда – смесь из глицерина и воды в соотношении 1:1. Препараты с глицерином могут храниться продолжительное время [6]. Приготовление временного препарата как для нативной, так и для гербарной пыльцы начиналось с подготовки предметного и покровного стекол: тщательно протиралось спиртом, чтобы в препарат не попало ничего постороннего. При изготовлении препарата из нативной пыльцы на предметное стекло помещался пыльник и разрушалась его оболочка, отделялись пыльцевые зерна, а на них наносилась капля дистиллированной воды. После того, как препарат подсохнет, пыльцу фиксировали каплей 76 % спирта, слабо окрашенного фуксином. На предметном стекле появлялось жирное кольцо, которое удалялось ватным тампоном, смоченным спиртом. Затем препарат заливали каплей разогретого глицерин-желатина и накрывали покровным стеклом, придерживая его с одной стороны препаровальной иглой [7].

При изготовлении препарата из гербарной пыльцы на предметное стекло помещали пыльник, на него наносили несколько капель 96 % спирта, и потом добавляли несколько капель дистиллированной воды. Стекло подогревали до полного испарения воды. Затем препаратальной иглой разрушали оболочку пыльника, пыльцевые зерна фиксировали несколькими каплями 96 % спирта, слабо окрашенного фуксином, и заливали глицерин-желатином, затем накрывали покровным стеклом. Излишки глицерин-желатина удаляли фильтровальной бумагой и сушили в течение 3–4 дней. После протирали препарат спиртом и изучали при помощи светового оптического микроскопа Nikon Eclipse E200 [8] с использованием иммерсионных объективов.

Для сравнения экспериментально полученного морфологического строения пыльцевых зерен с имеющимися нормальными характеристиками, мы использовали «Информационную систему идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных» Московского государственного университета [9]. В данной информационной системе размещены фотографии и информация о нормальном морфологическом строении пыльцевых зерен и структурных тканей различных видов растений (рис. 1).

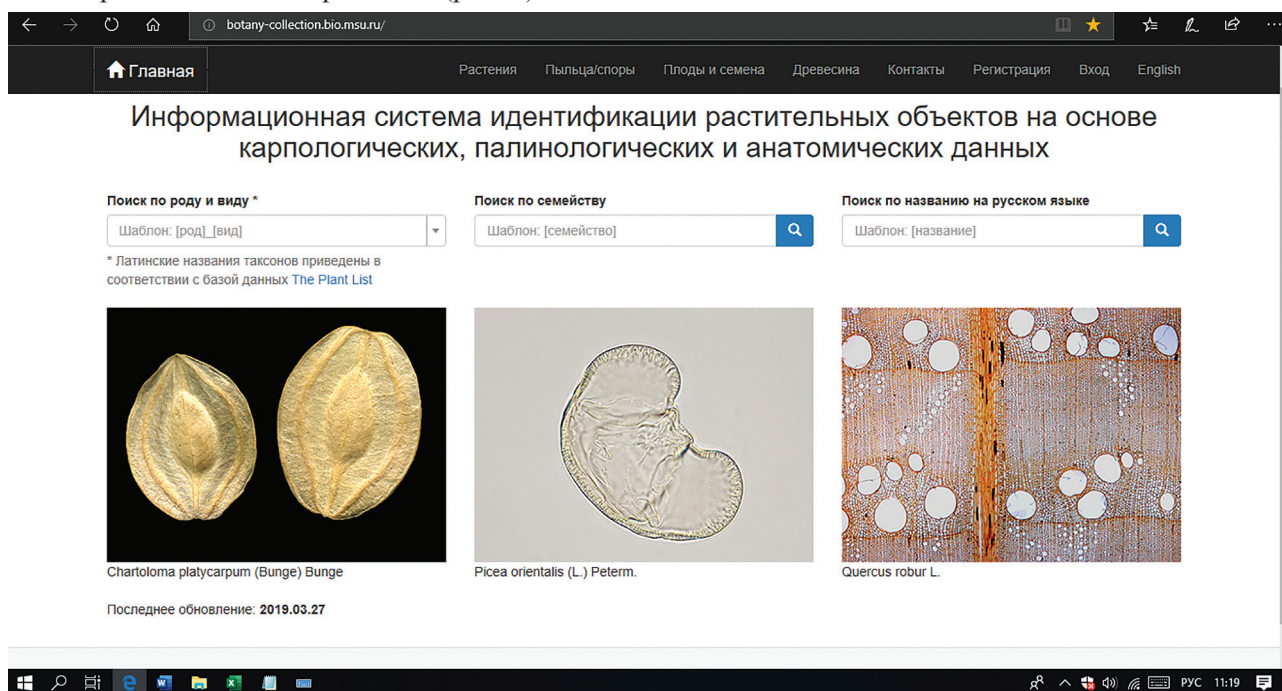


Рис. 1. Изображение главной страницы информационной системы

Fig. 1. The main page of the information system

Преимуществом данной системы перед существующими палинологическими атласами является ее доступность и простота использования. Каждый исследователь может получить информацию о строении и морфологии растений или пыльцевых зерен, территории их распространения, используя лишь доступ в интернет. Следует отметить, что большинство атласов являются дорогостоящими изданиями, некоторые из них созданы для определенной небольшой местности, где произрастает небольшое количество видов растений.

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования изучена морфология пыльцевых зерен 17 видов растений, которые произрастали в местах с различной антропогенной нагрузкой. Полученные изображения пыльцы сравнивали с банком данных нормальных фотографий из Информационной системы идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных.

**Ива белая (*Salix alba* L.)** в нормальном состоянии имеет пыльцевые зерна, содержащие 3 апертурные среднего размера, имеющие бороздчатый тип и сетчатую скульптуру, размеры ячеек сетки уменьшаются с приближением к апертуре (рис. 2, а).

В отобранных образцах пыльцевые зерна средних размеров собраны в тетрады, количество апертур не изменено. В некоторых зернах наблюдается увеличение размера ячеек сетки с приближением к апертуре (рис. 2, б), что является отклонением от нормы. Толщина оболочки зерна не изменена. Пыльцевые зерна фертильны.

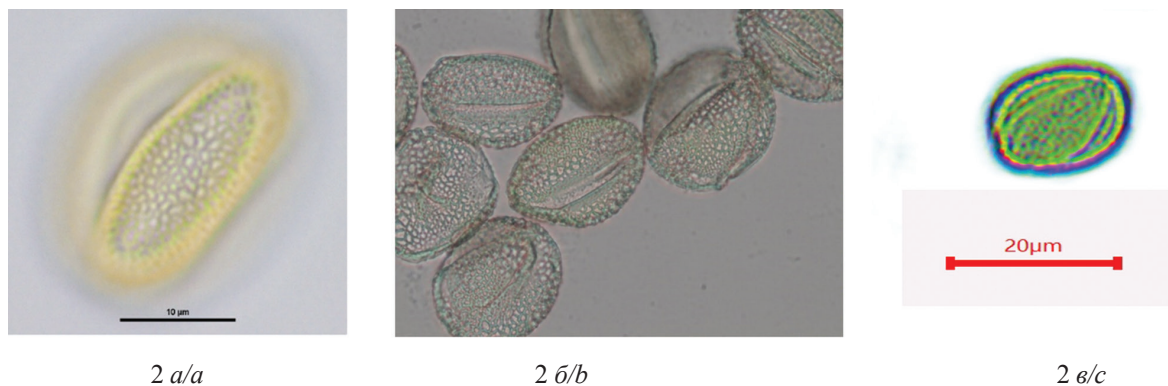


Рис. 2. Строение пыльцевого зерна ивы белой

Fig. 2. Structure of the pollen grain of white willow

**Мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.).** Нормальное пыльцевое зерно мать-и-мачехи имеет средний размер, шиповатую скульптуру, содержащую высокие, конические шипы. На оболочке находятся три расположенные экваториально апертуры бороздно-орового типа (рис. 3, а).

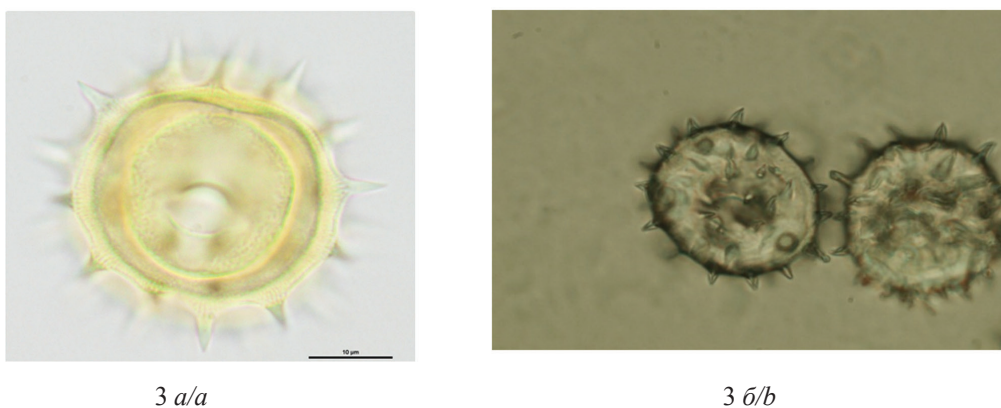


Рис. 3. Строение пыльцевого зерна мать-и-мачехи

Fig. 3. Structure of the pollen grain of coltsfoot

Полученные нами изображения пыльцевых зерен мать-и-мачехи среднего размера, скульптура состоит из высоких конических шипов (рис. 3, б). Количество и расположение апертур соответствует норме, хотя оболочка пыльцевого зерна истончена. Пыльцевые зерна фертильны.

**Ветреница дубравная (*Anemone nemorosa* L.).** Нормальное строение пыльцевого зерна ветреницы дубравной среднего размера, бугорчатой скульптуры. Оболочка содержит три апертуры бороздчатого типа, расположенные экваториально (рис. 4, а).

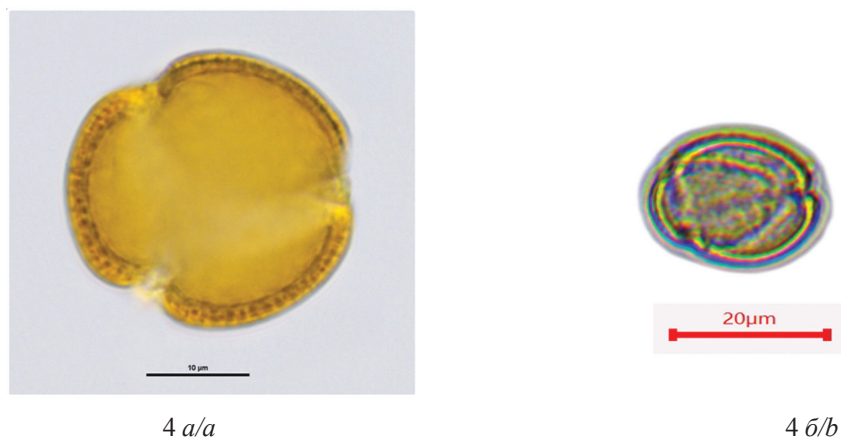


Рис. 4. Строение пыльцевого зерна ветреницы дубравной

Fig. 4. Structure of the pollen grain of young anemone

Полученное изображение пыльцевого зерна ветреницы дубравной имеет средний размер. Изменений в морфологической структуре нет. Строение оболочки соответствует норме. В строении скульптуры есть небольшие сглаживания бугорчатости (рис. 4, б). Пыльцевые зерна фертильны.

**Конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.).** Пыльцевое зерно конского каштана среднего размера. Скульптура зерна струйчатая, на поверхности экваториально расположены 3 апертурны бороздно-орового типа. Мембраны апертурны содержат шипики (рис. 5, а).

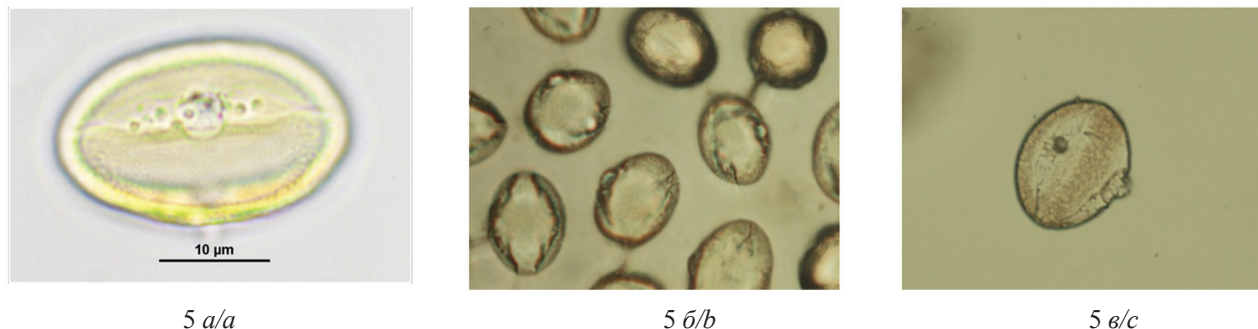


Рис. 5. Строение пыльцевого зерна конского каштана обыкновенного

Fig. 5. Structure of the pollen grain of horse chestnut

Пыльцевые зерна образцов средних размеров, образуют тетрады (рис. 5, б). Отклонений в морфологическом строении нет. Количество апертурны соответствует норме. Наблюдается небольшие истончения оболочки пыльцевых зерен (рис. 5, в). Пыльцевые зерна фертильны.

**Нарцисс желтый (*Narcissus pseudonarcissus* L.).** Пыльцевое зерно нарцисса желтого имеет нормальное морфологическое строение, средних размеров, мелкосетчатой скульптуры. На оболочке дистально расположена одна бороздчатая апертюра (рис. 6, а).

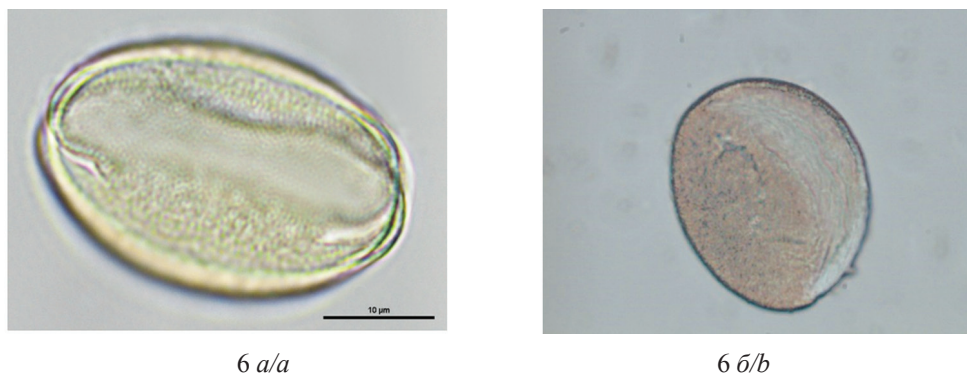


Рис. 6. Строение пыльцевого зерна нарцисса желтого

Fig. 6. Structure of the pollen grain of yellow narcissus

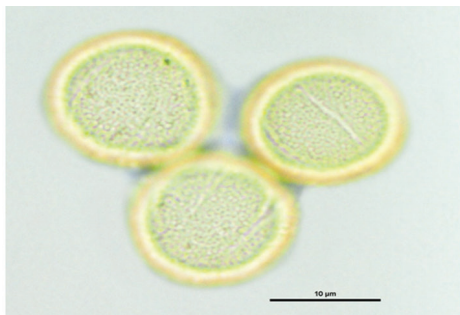
Фотография пыльцевого зерна нарцисса желтого, сделанная нами в ходе исследования, средних размеров. Скульптура мелко сетчатая. Апертюра одна, расположена дистально. Тип апертурны – борозда. Границы апертурны выражены нечетко (рис. 6, б). Пыльцевые зерна фертильны.

**Примула весенняя (*Primula veris* L.).** Нормальное строение пыльцевых зерен примулы весенней: зерна мелкие, с сетчатой скульптурой, апертурны расположены экваториально, насчитывается больше 6 апертур бороздчатого типа (рис. 7, а).

Пыльцевое зерно примулы весенней в эксперименте мелкое, скульптура сетчатая. Четко видно большое количество экваториально расположенных апертур. Сильно истончена оболочка пыльцевого зерна (рис. 7, б). Пыльцевые зерна фертильны.

**Береза повислая (*Bétula péndula* L.).** Нормальное строение пыльцевого зерна березы повислой: зерна среднего размера, апертурны четко выражены, расположены экваториально. Всего насчитывается 3 апертурны. Тип апертур – пора. Особенностью строения апертурны является то, что они камерные (рис. 8, а).

В эксперименте пыльцевые зерна березы повислой среднего размера. Количество апертурны отличается от нормы. На некоторых зернах можно увидеть 2 или 1 апертурны, которые выражены нечетко (рис. 8, б). Толщина оболочки пыльцевого зерна не изменена. Пыльцевые зерна фертильны.



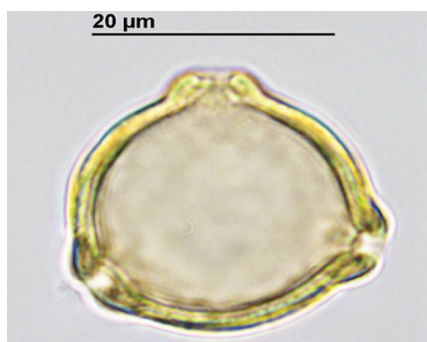
7 a/a



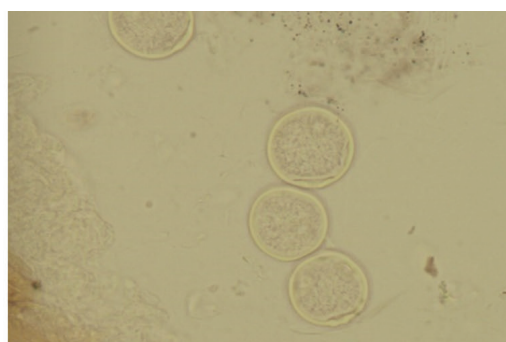
7 б/б

Рис. 7. Строение пыльцевого зерна примулы весенней

Fig. 7. Structure of the pollen grain of spring primrose



8 a/a

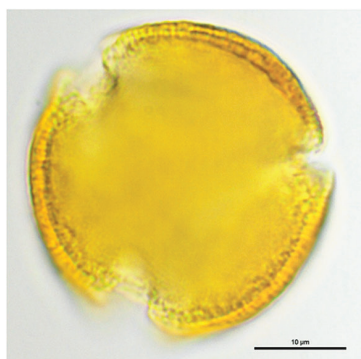


8 б/б

Рис. 8. Строение пыльцевого зерна березы повислой

Fig. 8. Structure of the pollen grain of hanging birch

**Вишня обыкновенная (*Prúnus cérasus* L.).** Строение пыльцевого зерна вишни обыкновенной в норме: зерна средних размеров, скульптура струйчатого типа. На поверхности экваториально расположены 3 бороздно-оровые апертуры (рис. 9, a).



9 a/a



9 б/б

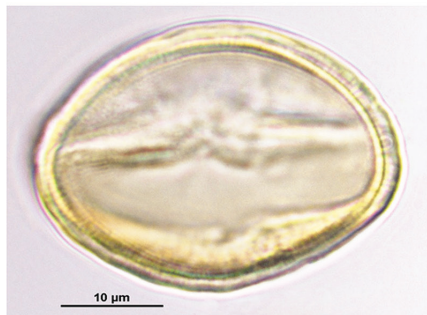
Рис. 9. Строение пыльцевого зерна вишни обыкновенной

Fig. 9. Structure of the pollen grain of sweet cherry

Полученные экспериментально пыльцевые зерна вишни обыкновенной средних размеров. Апертуры бороздно-орового типа строения, расположены экваториально. Скульптура нормальная струйчатого типа. Оболочка пыльцевого зерна не изменена (рис. 9, б). Пыльцевые зерна фертильны.

**Яблоня лесная (*Malus sylvestris* L.).** Нормальное строение пыльцевого зерна яблони лесной: зерно средних размеров, скульптура струйчатая. Экваториально расположены 3 хорошо просматривающиеся апертуры. Тип апертур – бороздно-оровый (рис. 10, a). В эксперименте строение пыльцевого зерна яблони лесной: средних размеров, количество апертур и их расположение соответствует норме. Апертуры

хорошо просматриваются. Скульптура струйчатая. Оболочка пыльцевого зерна истончена (рис. 10, б). Пыльцевые зерна фертильны.



10 a/a



10 б/б

Рис. 10. Строение пыльцевого зерна яблони лесной

Fig. 10. Structure of the pollen grain of forest apple

**Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.).** Нормальное строение пыльцевого зерна рябины обыкновенной: среднего размера, скульптура струйчатая, на пыльцевом зерне насчитывается 3 бороздноровые апертуры, расположенные экваториально (рис. 11, а).



11 a/a



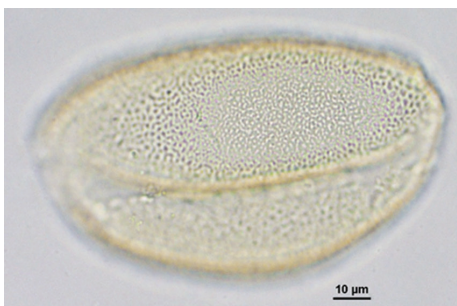
11 б/б

Рис. 11. Строение пыльцевого зерна рябины обыкновенной

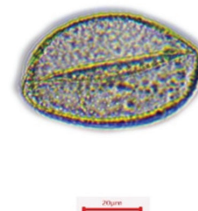
Fig. 11. Structure of the pollen grain of mountain ash

Пыльцевые зерна рябины обыкновенной, полученные нами в ходе исследования, среднего размера, скульптура не изменена. Апертуры ярко выражены и хорошо просматриваются. Количество апертур соответствует норме. Оболочка пыльцевого зерна в некоторых местах истончена (рис. 11, б). Пыльцевые зерна фертильны.

**Крокус весенний (*Crocus vernus* L.).** Пыльцевые зерна крокуса весеннего крупные с характерной сетчатой скульптурой. На зерне находится 1 бороздчатая апертура, которая расположена дистально (рис. 12, а).



12 a/a



12 б/б

Рис. 12. Строение пыльцевого зерна крокуса весеннего

Fig. 12. Structure of the pollen grain of spring crocus



Изображение пыльцевого зерна крокуса весеннего, полученное в ходе исследования, крупного размера с сетчатой скульптурой, соответствует норме. На каждом зерне дистально расположена 1 апертура, оболочка пыльцевого зерна не изменена (рис. 12, б). Пыльцевые зерна фертильны.

### Заключение

Изучение таксономического состава пыльцевых спектров древесных и травянистых растений позволило сделать вывод о пригодности морфологического строения пыльцевых зерен для оценки состояния окружающей среды, ретроспективного анализа и прогнозирования состояния экосистем.

Полученные нами результаты свидетельствуют о нормальном морфологическом строении апертур, скульптуры и формы пыльцевого зерна. В то же время большинство пыльцевых зерен обследованных растений в зонах повышенной антропогенной нагрузки имеют морфологические отклонения от своего нормального строения. Наиболее распространенным отклонением является утончение оболочки пыльцевого зерна – спородермы. Наблюдается истончение как внутреннего слоя спородермы – интины, которая является внутренней, неустойчивой оболочкой пыльцевого зерна, так и наружного слоя – экзины, представляющей собой устойчивую оболочку пыльцевого зерна, защищающую содержимое пыльцевого зерна от любых воздействий внешних факторов.

Мы связываем факт отклонения морфологического строения пыльцевых зерен от нормального строения с негативным воздействием на пыльцевые зерна окружающей среды, поскольку большинство образцов пыльцы растений было собрано в зонах воздействия промышленных предприятий.

### Библиографические ссылки

1. Lavrentev NV. Paleocologic Situation of Late Paleolithic in Zapadny Manych River Valley. *European Researcher*. 2012;28:1385–1398.
2. Лазарева ОВ, Лаврова НБ. Методические аспекты анализа функциональных особенностей пыльцы в целях палиноиндикации. *Геология и полезные ископаемые Карелии*. 2012;15:28–35.
3. Новенко ЕЮ, Мазей НГ, Зерницкая ВП. Рецентные спорово-пыльцевые спектры заповедных территорий европейской части России как ключ к интерпретации результатов палеоэкологических исследований. *Nature Conservation Research. Заповедная наука*. 2017;2(2):55–65.
4. Информационная система идентификации растительных объектов на основе карпологических, палинологических и анатомических данных [Интернет]. [Прочитано 05 июля 2019]. Доступно по: <http://botany-collection.bio.msu.ru>
5. Нестерова ЛА, Морозов ДА, Малоземова ОВ. Палеогеохимические и палинологические реконструкции юго-восточного склона Вепсовской возвышенности. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*. 2014. 165 р.
6. Кезина ТВ. Морфология характерных спор из пограничных отложений мела и палеогена Приамурья. *Вестник АмГУ*. 2014; 65:102.
7. Болховитина НА. О номенклатуре и классификации ископаемых пыльцы и спор. *Проблемы палинологии*. 1973;4:59–64.
8. Дзюба ОФ. Терагоморфные пыльцевые зерна в современных и палеопалинологических спектрах и некоторые проблемы палиностратиграфии. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2007;2:34–39.
9. Дзюба ОФ. Изучение пыльцы из поверхностных проб для оценки качества окружающей среды. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2006; 1:42–56.

### References

1. Lavrentev NV. Paleocologic Situation of Late Paleolithic in Zapadny Manych River Valley. *European Researcher*. 2012;28:1385–1398.
2. Lazareva OV, Lavrova NB. Methodical aspects of the analysis of the functional characteristics of pollen for the purpose of palinoindication. *Geologija i poltzyne iskopaemye Karelii*. 2012;15:28–35. Russian.
3. Novenko EYU, Mazei NG, Zernitskaya VP. Receptive spore-pollen spectra of protected areas of the European part of Russia as the key to the interpretation of the results of paleoecological studies. *Nature Conservation Research. Zapovednaja nauka*. 2017;2(2):55–65. Russian.
4. Information system for identification of plant objects based on carpological, palynological and anatomical data [Internet]. [Cited 2019 July 05]. Available from: <http://botany-collection.bio.msu.ru>.
5. Nesterov LA, Morozov DA, Malozemova OB. Paleogeochemical and palynological reconstructions of the southeastern slope of the Veps hill. *Izvestija Rossijskogo pedagogičeskogo universiteta imeni A. I. Hertseny*. 2014. 165 p. Russian.
6. Kezina TV. The morphology of the characteristic dispute from the boundary deposits of the Cretaceous and Paleogene of the Amur Region. *Vestnik AmGU*. 2014; 65:102. Russian.
7. Bolkhovitina ON. On the nomenclature and classification of fossil pollen and spores. *Problemy palinologii*. 1973;4:59–64. Russian.
8. Dziuba OF. Terato-morphic pollen grains in modern and paleopalynological spectra and some problems of palynostratigraphy. *Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika*. 2007;2:34–39. Russian.
9. Dziuba OF. Study of pollen from surface samples to assess environmental quality. *Neftegazovaja geologija. Teorija i praktika*. 2006.1:42–56. Russian.

Статья поступила в редакцию 15.07.2019.  
Received by editorial board 15.07.2019.