

О. В. Лазарева, Н. Б. Лаврова

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПЫЛЬЦЫ В ЦЕЛЯХ ПАЛИНОИНДИКАЦИИ

Для оценки состояния природной среды территорий, подверженных антропогенному загрязнению, используются различные биоиндикационные методы. Важнейшим источником экологической информации являются рецентные пыльцевые зерна растений вследствие высокой чувствительности мужской генеративной системы растений к неблагоприятным факторам внешней среды. Данная работа является частью исследований урбанизированных территорий методом палиноиндикации.

Известно много способов выявления стерильной и фертильной пыльцы (Паушева, 1974 и др.), обычно исследователи выбирают один способ. По мнению О. Ф. Дзюба (2006), наиболее объективной является оценка фертильности/стерильности пыльцевых зерен при одновременном использовании двух методик. Нами использовалась ацетокарминовая и йодная методики. Ацетокарминовая методика дает представление о цитологической полноценности пыльцы, йодная – о жизнеспособности пыльцевого зерна, поскольку крахмал является одним из главнейших запасных веществ зрелой пыльцы. Отметим, что отсутствие или недостаточное количество не только крахмала, но и белков и аминокислот может рассматриваться как фактор стерильности пыльцы. Целью нашей работы было сравнение результатов, полученных при применении двух методик, а также оценка состояния природной среды Октябрьского проспекта г. Петрозаводска. Объектом являлась пыльца липы (*Tilia cordata*), собранная в районе Октябрьского проспекта. Здесь высажены деревья не только липы мелколистной, но и липы крупнолистной.

Район Октябрьского проспекта до конца XIX в. был занят хвойными заболоченными лесами и болотами. В начале XX в. со строительством Октябрьской железной дороги новые территории для жилья начали распространяться от Первомайского проспекта в сторону озера. К концу 1930-х гг. леса были вырублены, к концу 1950-х гг. формируется новый жилой район, толчок развитию которого дало строительство завода тяжелого бумагоделательного машиностроения. Озеленение проезжей части Октябрьского проспекта было осуществлено в виде посадок кустарников по разделительной полосе, где проходит

ЛЭП, а озеленение тротуаров было выполнено линейными посадками тополя и липы мелколистной (*Tilia cordata*) и крупнолистной (*T. platyphyllos*).

Материалы и методы

Работа выполнена на растениях липы мелколистной (*Tilia cordata*). В Карелии проходит северная граница ее естественного распространения. Цветет в июле, плоды созревают в сентябре. Растение морозостойкое, теневыносливое, требует богатых, хорошо дренированных почв (Лантратова, 1991). Материал собирали летом 2011 г. Образцы отбирали с северного газона с 3–4 рядом стоящих деревьев, сбор образцов проводился с южной и юго-восточной стороны кроны деревьев. Один образец отобран с противоположной стороны на Октябрьском проспекте, с участка на углу ул. Ленинградской, и один (условно считающийся контрольным) – с дерева, произрастающего в Губернаторском саду.

Ацетокарминовый метод. Отобранные цветки фиксировали в пробирках с раствором Карнуа (6 частей этилового спирта-ректификата 96% : 1 часть ледяной уксусной кислоты) и хранили в холодильнике. Исследования проводили с помощью светового микроскопа при увеличении 10×40. Методика основана на различном прокрашивании спермиев и цитоплазмы клеток пыльцевых зерен (Паушева, 1974). К ряду фертильной относили пыльцу с зернистой, окрашенной в темно-розовый цвет цитоплазмой с четко выделяемым более темным ядром вегетативной клетки. Стерильная пыльца не окрашивается совершенно или ее внутреннее содержимое окрашивается фрагментарно. Стерильные пыльцевые зерна могут иметь все типичные признаки морфологического строения, т. е. быть нормально развитыми, но могут иметь и морфологические отклонения в строении.

Йодная методика. Для хранения отобранные образцы заливались смесью 96% спирта и уксусной ледяной кислоты (уксусный алкоголь 3 : 1 соот.), перед окрашиванием отмывались 70% спиртом с помощью центрифугирования в тяге при 1500–3000 оборотов в мин и процеживались через сито 0,25 мм для удаления крупных растительных частей пыльников. Окра-

шивание проводилось по йодной методике (Паушева, 1988), подсчет пыльцевых зерен производился до 500 зерен в случайных полях зрения, насыщенность препарата высокая. Фертильными считали пыльцевые зерна, полностью окрашенные в темно-фиолетовый цвет, стерильными – окрашенные частично. В работе «Палиноиндикация качества окружающей среды», в главе, посвященной методике, рекомендуется для теста для выявления тератоморфных пыльцевых зерен применять ацетолизную смесь Г. Эрдтмана (Палеопалинология, 1966). При ацетолизе очищается поверхность зерен, пыльца приобретает цвет и увеличивается в размерах, что делает морфологические описания и выявления морфологических отклонений более объективными. Не имея возможности проводить ацетолиз, мы сочли некорректным проводить полный тест на тератоморфность пыльцы, рекомендованный О. Ф. Дзюбой. При этом проводился учет пыльцевых зерен с явными отклонениями от физиологической нормы (многопоровых, асимметричных со смещением и изменением пор). Такие изменения были обнаружены у хорошо прокрашенных и прозрачных пыльцевых зерен, но так как оценить их истинные размеры и определить структуру без ацетолиза не представляется возможным, такая пыльца не учитывалась как тератоморфная. При применении йодной методики помимо стерильной пыльцы отмечена встречаемость многопоровых пыльцевых зерен, что тоже может свидетельствовать о неблагоприятной природной обстановке.

Результаты

Применение ацетокарминовой и йодной методик окрашивания пыльцы показало, что процент стерильных пыльцевых зерен достаточно высок. Данные, полученные при применении ацетокарминовой и йодной методики, представлены в табл.

№ точки	Йодная методика (стерильные зерна %)	Ацетокарминовая методика (стерильные зерна %)
1	22,99	37,25
2	17,6	27,88
3	17,18	19,81
4	8,09	24,69
5	10,98	29,71
6	10,32	32,35
7	18,41	32,34
8	9,96	36,78
9	24	23,75
10	21,19	26,08
11	16,07	22,21
12	23,61	30,72
13	43,3	31,69
Ср. знач.	18,75	28,87
Макс.	43,3	37,25
Мин.	8,09	19,81
Медиана	17,6	29,71

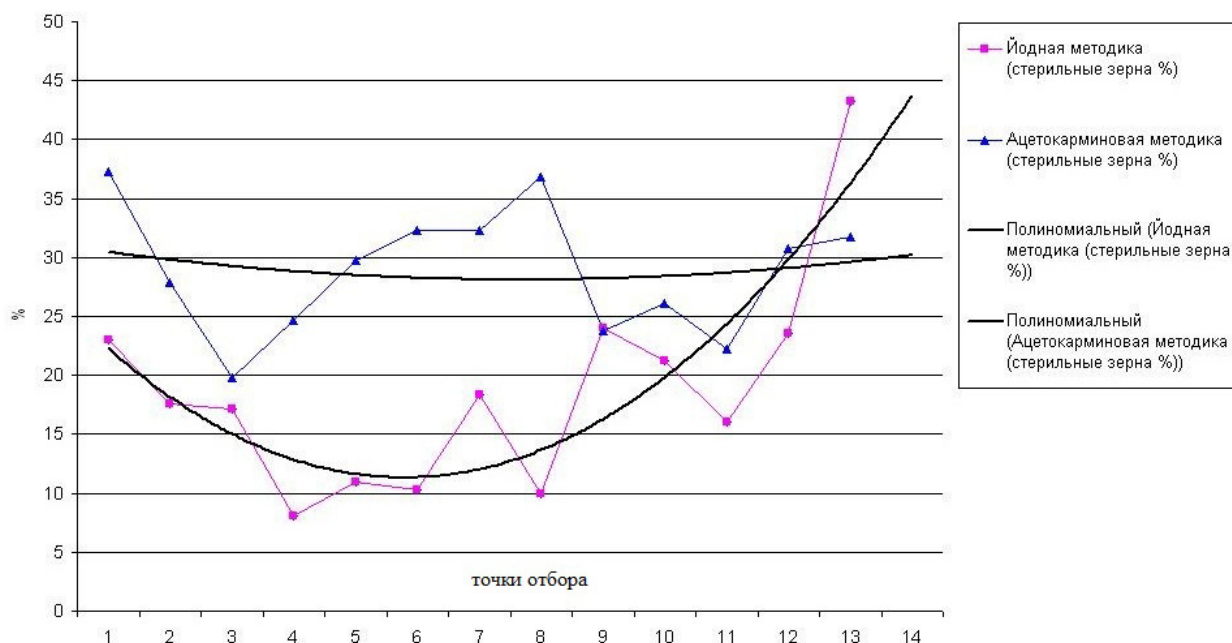
По данным йодной методики в образцах № 1, 9, 12 количество стерильных зерен достаточно велико (23, 24, 24% соот.). Пыльца образца № 1 отобрана с деревьев, которые находятся рядом с автостоянкой маршрутного такси и перекрестком ул. Мурманская –

пр. Октябрьский на краю газона, образец № 9 – с деревьев, под которыми организована автостоянка около кафе, и образец № 12 – у перекрестка на Ленинградской улице в зоне парковки и пересечения воздействия поля ЛЭП и конечной остановки троллейбуса. Максимальное количество стерильной пыльцы обнаружено в образце № 13 и составляет 43%, образец отобран на противоположной стороне на Октябрьском проспекте, с дерева, произрастающего на перекрестке ул. Ленинградской и Октябрьского пр-та. В образцах № 4, 6, 8 количество стерильной пыльцы минимально и составляет 8–10%, здесь автотранспорт движется без остановок. В образце № 14, отобранном в Губернаторском парке, отмечено содержание стерильной пыльцы 23% (йодная методика) и 16,73% (ацетокарминовая методика).

Примечательно весьма значительное различие: уровень стерильной пыльцы, полученный при окрашивании ацетокармином пыльцы из тех же образцов, значительно выше, чем при применении йодной методики. При этом на графике (рис.) видно, что направления кривых до некоторой степени совпадают, не считая образцов № 7, 8, 9, 10, где наблюдается обратная зависимость. Напомним, что это подтверждает мнение О. Ф. Дзюба (2006) о том, что результаты, полученные при применении разных методик, могут существенно отличаться. Построенный тренд используется для описания величин, попеременно возрастающих и убывающих.

Как уже упоминалось, особенностью Октябрьского проспекта является то, что по разделительной полосе его проходит ЛЭП. Появление мощного и протяженного источника электромагнитного поля приводит к изменению тех естественных факторов, при которых формировалась экосистема. Но анализ специфических реакций растений на отдельные конкретные поллютанты значительно затруднен, вследствие того что на растение в месте его произрастания многофакторно воздействует локальный набор агентов загрязнения города, дороги, предприятий. Таким образом, оценить количество стерильной пыльцы у липы мелколистной, произрастающей в условиях пролонгированного воздействия электромагнитного поля, весьма проблематично. Из загрязненной почвы и атмосферного воздуха различные поллютанты проникают в растительные организмы, где и оказывают, как правило, свое негативное влияние на различные физиологические и генетические процессы.

Существенный «вклад» в загрязнение окружающей среды вносит автомобильный транспорт. Количество вредных веществ зависит от многих факторов: типа и качества топлива, режима двигателя автомобиля, его конструкции, состояния дорог. Выброс газообразных загрязнителей наиболее высок в режиме медленного движения, меньше – при ускорении (разгоне), минимален – при установившейся скорости. Важным фактором негативного воздействия является поверхностный сток взвешенных частиц и нефтепродуктов с дорог. Помимо этих веществ, за



Полиномиальный тренд стерильности пыльцы липы мелколистной по данным двух методик

пределы автодорог поступают соли, используемые для борьбы с гололедом в зимний период. Нельзя не отметить и фон почвенного питания – почвы на газонах города истощены.

Причины появления стерильных и тератоморфных пыльцевых зерен могут быть связаны как с антропогенной деятельностью, так и с воздействием природных факторов (низкие температуры, высокая или низкая влажность). Таким образом, необходимо продолжить исследования пыльцы липы на протяжении 2–3 лет. Целесообразно провести тестирование рецентной пыльцы липы на других улицах города, исключив влияние протяженного источника электромагнитного поля, что даст нам возможность оценить степень его воздействия на качество пыльцы.

Выводы

Естественный репродуктивный потенциал липы мелколистной в условиях экологического стресса часто не реализуется.

При повышенной антропогенной нагрузке достоверно увеличивается количество стерильной пыльцы и падает ее способность накапливать крахмал.

Оценка истинного уровня фертильности пыльцевых зерен возможна при одновременном использовании двух методик.

Представленные результаты носят предварительный характер и требуют дальнейшего всестороннего детального исследования.

ЛИТЕРАТУРА

Дзюба О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды. СПб., 2006. 198 с.
Лантратова А. С. Деревья и кустарники Карелии. Петрозаводск, 1991. 232 с.

Палеопалинология. Л., 1966. Т. 1. 351 с.
Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. М., 1974. 237 с.; 1988. 271 с.