

УДК 582.4/.9.02+[582.4/.9:574.21]

ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЫЛЬЦЫ *PINUS SYLVESTRIS* L.

Ибрагимова Э.Э.

*РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», Симферополь, Украина,
e-mail: evelina_biol@mail.ru*

Исследовалась мужская генеративная система популяций *Pinus sylvestris* L., произрастающих в районе свалки твердых бытовых отходов. Установлено, что выбросы свалки твердых бытовых отходов оказывают неблагоприятное воздействие на генеративные органы *Pinus sylvestris* L., проявляющееся в низком качестве формируемой ими пыльцы.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., популяция, пыльца, свалка, стерильность, фертильность.

ВВЕДЕНИЕ

Техногенное загрязнение оказывает заметное влияние на состояние хвойных растений, в том числе на жизнеспособность и качество формируемой пыльцы, женских шишек и семян [1]. Наиболее сильное влияние стресса испытывают мужские генеративные органы, что проявляется в их аномальном развитии и низком качестве формируемой пыльцы [2, 3]. Естественный репродуктивный потенциал хвойных растений в условиях экологического стресса часто не реализуется. Пыльца формируется низкого качества, семена продуцируются в основном стерильные [4]. Исследование пыльцы, собранной с деревьев сосны из загрязнённых районов, показало, что прорастание пыльцевых зёрен у разных деревьев техногенной зоны колебалось от 0 до 82,6%. Однако основная масса у значительного большинства деревьев (85%) была стерильной и не содержала крахмала [5]. Снижение качества пыльцы при техногенном загрязнении обусловлено, вероятно, эмбриотоксическим и кластогенным действием аэрополлютантов. Определены частота и тип хромосомных нарушений в мейозе микроспороцитов сосны при различных условиях аэротехногенного загрязнения среды сернистым газом и тяжелыми металлами. Показано достоверное увеличение процентного содержания клеток с нарушениями по градиенту загрязнения [6, 7]. Таким образом, низкое качество формируемой у сосны пыльцы может служить биотестом чувствительности особей к техногенным факторам [8].

Городские почвы претерпевают изменения в результате различных воздействий: поступление в почву пыли и химических соединений с атмосферными осадками и

выбросами предприятий и транспорта; пертурбаций при градостроительстве; регулярных обработок почв садов и огородов; наличия большого количества свалок, которые также вызывают существенные изменения почв [9]. Одной из главных проблем свалок является миграция фильтратов и загрязнение ими грунтовых вод, а также формирование бросовых земель [10].

Проблема загрязнения почвы и атмосферы в районе городских и сельских свалок является актуальной проблемой и для Крымского региона, где остро стоит проблема сбора, хранения и утилизации твёрдых бытовых отходов. На территории Крыма имеется 28 официально зарегистрированных полигонов и свалок, в которых насчитывается около 18,3 млн. тонн отходов. Однако в действительности свалок насчитывается несколько тысяч. Ежегодно в Крыму образуется 2,5 млн. м³ твёрдых бытовых отходов (300 кг на человека в год). В последние годы на территории региона накопилось большое количество твёрдых бытовых отходов в виде санкционированных и несанкционированных свалок мусора, большая часть которых исчерпала свои санитарно-технические и территориальные возможности [11]. В частности, пос. Каменка, микрорайоны Свобода и Белое, дачный массив Каменский г. Симферополя находятся под неблагоприятным воздействием полигона твердых бытовых отходов (городской свалки). Полигон не соответствует санитарно-экологическим требованиям. Имеет место фильтрация сточных вод, формирующихся на свалке. Выявлены повышенные концентрации различных токсикантов в стороне от свалки, даже в колодцах и скважинах подземных вод [12].

Проблема свалки бытовых отходов в п. Каменка усугубляется регулярным сжиганием мусора, сопровождающимся образованием ядовитого облака, распространяющегося на большие расстояния и отравляющего всё живое на своём пути. Неконтролируемое сжигание городского мусора представляет несомненную опасность для окружающей среды, так как в результате реакций горения образуется большое количество разнообразных химических веществ, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду. Происходит постоянное тление мусора, причём при очень низкой минимальной температуре (из-за высокой влажности и значительного количества негорючих материалов). Сгорание в таких условиях неполное, поэтому в результате образуется угарный газ, диоксины и другие исключительно опасные для жизни вещества. В результате химических процессов, происходящих в слоях мусора, концентрация производимых свалками ядов увеличивается в сотни раз [12]. При сжигании мусора образуются полициклические углеводороды, обладающие бластомогенным [13] и генотоксичным [14] действием. К важным загрязнителям окружающей среды относятся полихлордифенилы, применяющиеся при изготовлении конденсаторов и трансформаторов в качестве диэлектриков. Полихлордифенилы попадают в окружающую среду при сжигании городского мусора и хлорсодержащих отходов промышленности. Установлено, что данные вещества оказывают отрицательное воздействие на физиологические процессы в организме человека и животных. Авторы также отмечают, что для производства искусственной кожи, линолеума, детских игрушек широко используются поливинилхлоридные смолы. При горении этих соединений образуются полихлордифенилдиоксины, обладающие

тератогенным, канцерогенным действием и весьма высокой острой токсичностью для человека [13]. Проведен комплексный мониторинг рабочих предприятий по утилизации бытовых городских отходов: обследованы 44 рабочих и 47 контрольных доноров. Используются 3 теста – хромосомные aberrации, сестринские хроматидные и «хвосты» ДНК. Достоверное повышение aberrантности отмечено по общему числу клеток с хромосомными aberrациями (подсчет без брешей) и числу ацентрических фрагментов. Полученные данные указывают на необходимость комплексного анализа потенциальной мутагенности с применением разнообразных методов для получения информативного результата в мониторинге [15]. При этом, наряду с традиционными методами учета мутаций, целесообразно использовать косвенные показатели мутагенного действия загрязнителей окружающей среды, например, определение стерильности пыльцы различных растений [16–19].

В связи с этим целью данного исследования явилось изучение спонтанной и индуцированной стерильности пыльцевых зерен популяций сосны обыкновенной, произрастающих в районе свалки твердых бытовых отходов г. Симферополя, а также проведение палиноморфологического анализа пыльцы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований служили мужские генеративные органы, собранные с деревьев, произрастающих в зоне свалки твердых бытовых отходов пос. Каменка г. Симферополя. Контрольным вариантом служили мужские генеративные органы, собранные с растений, произрастающих в экологически благополучной зоне. В качестве объекта исследований была использована мужская генеративная система сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) У указанной культуры изучали спонтанную и индуцированную стерильность пыльцы, а также палиноморфологическое строение пыльцевых зерен.

Пыльцевое зерно (мужской гаметофит) сосны обыкновенной имеет две оболочки – интину и экзину, а также несет два сетчатых или пузыревидных воздушных мешка, возникающих вследствие расхождения экзины и интины, но преимущественно последней. Увеличивая поверхность пыльцевого зерна, воздушные мешки способствуют его переносу ветром на большие расстояния [20–23]. Диаметр пыльцевых зерен сильно варьирует, и на одном препарате могут встретиться пыльцевые зерна самых разных размеров. Наибольший диаметр – 100 мкм. В препарате пыльцевые зерна выглядят различно, так как они могут быть по-разному ориентированы [24] (рис. 1).

Палиноморфологическое изучение современных хвойных свидетельствует о том, что эта группа характеризуется довольно узкими пределами изменчивости строения пыльцы, что, вероятно, обусловлено как голосемянностью, так и ветроопылением [25]. Таким образом, согласно литературным данным, размеры пыльцы варьируют в довольно широком диапазоне, в то время как форма характеризуется узкими пределами изменчивости. Следовательно, можно использовать палиноморфологический анализ пыльцевых зерен для суждения о степени генотоксического воздействия техногенных факторов окружающей среды на фенотип мужского гаметофита.

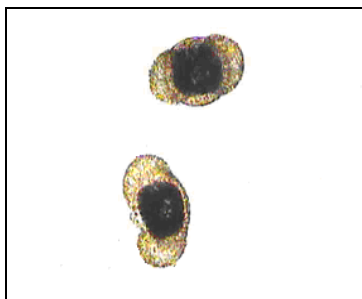


Рис. 1. Нормальное пыльцевое зерно *Pinus sylvestris* L. (увел. 1.1x16): вид сверху (сверху) и вид сбоку (снизу).

Собранный с указанных зон репродуктивный материал (мужские шишки) фиксировали в уксуснокислом спирте (3:1), а затем, после промывки в 70 %-ном спирте, переносили в 80 %-ный этиловый спирт, где хранили до цитогенетического анализа. Фертильность пыльцевых зёрен определяли йодным методом на временных давленных препаратах [26]. С каждого вида растений из каждой зоны изучали не менее 5000 штук пыльцевых зёрен. Изучение морфологической структуры пыльцевых зерен проводили при помощи системы морфометрического анализа изображений, включающей микроскоп “Carl Zeiss”, видеокамеру “Sun Kwang” и персональный компьютер. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ “Microsoft Excel 2000”. В качестве критерия оценки достоверности наблюдаемых изменений использовали t-критерий Стьюдента [27].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что обследованные популяции *P. sylvestris* L. продуцируют пыльцу, характеризующуюся довольно широким диапазоном изменения фенотипа, причем отклонения встречались как у фертильных пыльцевых зерен, так и у стерильных, однако спектр повреждения последних был гораздо более высоким. В таблице 1 представлены данные по количеству фертильных зерен, продуцируемых репродуктивными органами деревьев, произрастающих в контрольной зоне и в районе свалки.

Основная масса фертильных пыльцевых зерен популяций фоновых древостоев *P. sylvestris* L. является нормальной, однако при подсчете встречались пыльцевые зерна с различными аномалиями воздушных мешков: с одним воздушным мешком – 1,73% от общего количества продуцируемой пыльцы; с редукцией воздушных мешков – 0,74% и другими нарушениями – 0,70% соответственно (рис. 1).

Данные показатели достоверно увеличивались у популяций сосны, произрастающих в зоне свалки твердых бытовых отходов. Так количество пыльцевых зерен с редукцией одного воздушного мешка составило 8,01% от общего количества фертильных пыльцевых зерен; с редукцией обоих мешков – 1,54%; с различными нарушениями – 1,80% соответственно (рис. 2).

Таблица 1.
Палиноморфологические показатели фертильных пыльцевых зерен, продуцируемых генеративными органами *Pinus sylvestris* L., произрастающих в контрольной и опытной зонах г. Симферополя ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Зона	Количество фертильных пыльцевых зерен, шт.			
	с двумя мешками	с одним мешком	без мешков	прочие нарушения
К	$\frac{4026}{12,24 \pm 0,10}$	$\frac{72}{0,21 \pm 0,02}$	$\frac{31}{0,10 \pm 0,01}$	$\frac{29}{0,90 \pm 0,01}$
С	$\frac{3097}{11,47 \pm 0,16^*}$	$\frac{280}{1,04 \pm 0,06^*}$	$\frac{54}{0,20 \pm 0,02^*}$	$\frac{63}{0,23 \pm 0,02^*}$

Примечание: тут и далее * – отличия от контроля достоверны при $p < 0,001$, К – контроль, С – свалка.



Рис. 1. Фенотипические показатели фертильной пыльцы, продуцируемой генеративными органами популяций *Pinus sylvestris* L., произрастающих в контрольной зоне.

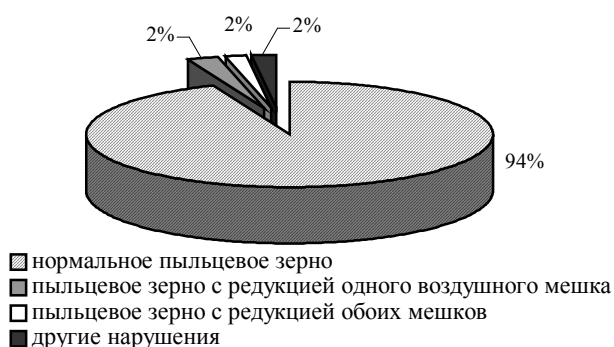


Рис. 2. Фенотипические показатели фертильной пыльцы, продуцируемой генеративными органами популяций *Pinus sylvestris* L., произрастающих в зоне свалки твердых бытовых отходов.

Следовательно, выбросы городской свалки оказывают неблагоприятное воздействие на процессы микроспрогенеза в органах мужской репродукции сосны

обыкновенной. Фенотипическое проявление данного влияния свидетельствует о нарушениях на генетическом уровне, что может служить косвенным показателем мутагенного действия поллютантов свалки, так как снижение качества пыльцы при техногенном загрязнении обусловлено эмбриотоксическим и кластогенным действием аэрополлютантов [6].

На рис. 3 представлены микрофотографии фертильных пыльцевых зерен, продуцируемых репродуктивными органами древостоев сосны обыкновенной, произрастающих в районе свалки, с различными отклонениями от нормы (а-г). Были выявлены такие нарушения как наросты на экзине, симметрично расположенные над воздушными мешками (рис. 3, в), формирование двойных пыльцевых зерен, при котором внешне нормальная пыльца имеет внутреннюю перегородку, делящую ее на две равные части (рис. 3, г). Причем в зрелой пыльце перегородка может проходить через все пыльцевое зерно (включая воздушные мешки) или только через его тело. Установлено, что образование пыльцы с перегородкой обусловлено нарушением на стадии формирования тетрад микроспор [28].

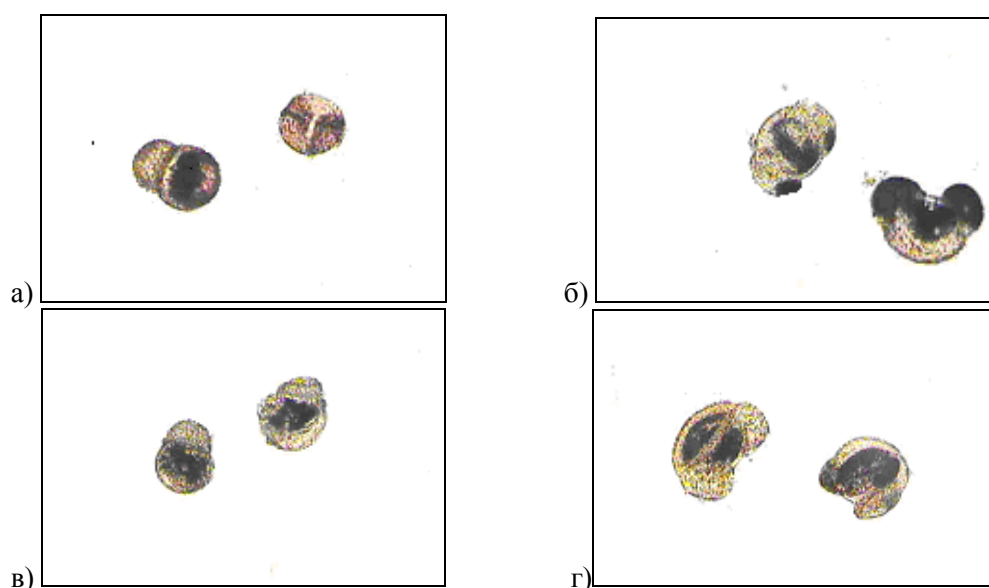


Рис. 3. Различные виды нарушений структуры и формы фертильных пыльцевых зерен *Pinus sylvestris* L., произрастающих в районе свалки твердых бытовых отходов, с различными морфологическими нарушениями (увел. 1.1x16): а, б – редукция воздушных мешков; в – наросты на экзине; г – двойные пыльцевые зерна с перегородкой.

Сопоставление данных, полученных в опытном и контрольном варианте, дало следующие результаты. Количество нормальных фертильных пыльцевых зерен снижалось в 1,3 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контролем; с редукцией летательного мешка увеличивалось в 3,9 раза ($p < 0,001$), с отсутствием воздушных мешков – в 1,7 раза ($p < 0,001$) и с другими нарушениями – в 2,2 раза ($p < 0,001$) соответственно.

Следовательно, выбросы городской свалки оказывают неблагоприятное воздействие на мужскую генеративную сферу сосны, что проявляется в достоверном увеличении пыльцевых зерен с различными морфологическими нарушениями.

Изучение стерильных пыльцевых зерен выявило гораздо более широкий спектр морфологических изменений. Помимо редукции летательных мешков были выявлены такие нарушения пыльцевых зерен как линзовидные, подкововидные, с множественными нарушениями (табл. 2).

Таблица 2.

Палиноморфологические показатели фертильных пыльцевых зерен, продуцируемых генеративными органами *Pinus sylvestris* L., произрастающих в контрольной и опытной зонах г. Симферополя ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Зона	Количество стерильных пыльцевых зерен, шт.					
	с двумя мешками	с одним мешком	без мешков	линзовидные	подкововидные	прочие нарушения
К	$\frac{916}{2,78 \pm 0,10}$	$\frac{86}{0,26 \pm 0,02}$	$\frac{30}{0,10 \pm 0,01}$	$\frac{134}{0,41 \pm 0,04}$	$\frac{140}{0,43 \pm 0,03}$	$\frac{38}{0,11 \pm 0,01}$
С	$\frac{984}{3,64 \pm 0,14}$	$\frac{54}{0,20 \pm 0,02^*}$	$\frac{95}{0,35 \pm 0,03^*}$	$\frac{381}{1,41 \pm 0,09^*}$	$\frac{351}{1,30 \pm 0,09^*}$	$\frac{99}{0,37 \pm 0,03^*}$

Проведенные исследования подтверждают наше предположение о том, что в зоне неблагоприятного воздействия выбросов свалки твердых бытовых отходов увеличивается количество пыльцы с различными морфологическими нарушениями. В контрольной зоне количество пыльцевых зерен с редукцией одного летательного мешка составило 6,4% от общего количества стерильной пыльцы; с отсутствием летательных мешков – 2,2%; линзовидных – 10%; подкововидных пыльцевых зерен – 10,4% и других нарушений – 2,8% соответственно (рис. 4).



Рис. 4. Фенотипические показатели стерильной пыльцы, продуцируемой генеративными органами популяций *Pinus sylvestris* L., произрастающих в контрольной зоне.

В районе городской свалки данные показатели увеличивались. Количество пыльцы с редукцией одного воздушного мешка составило 2,7% от общего количества продуцируемой органами репродукции пыльцы; без воздушных мешков – 4,8%, линзовидных – 19,4%, подкововидных – 17,9% и прочих нарушений – 5% соответственно (рис. 5, 6).

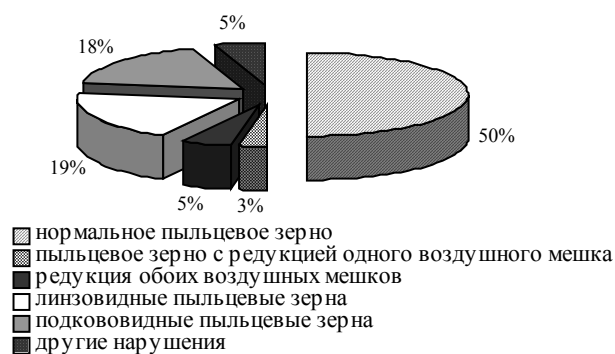


Рис. 5. Фенотипические показатели стерильной пыльцы, продуцируемой генеративными органами популяций *Pinus sylvestris* L., произрастающих в зоне свалки твердых бытовых отходов.

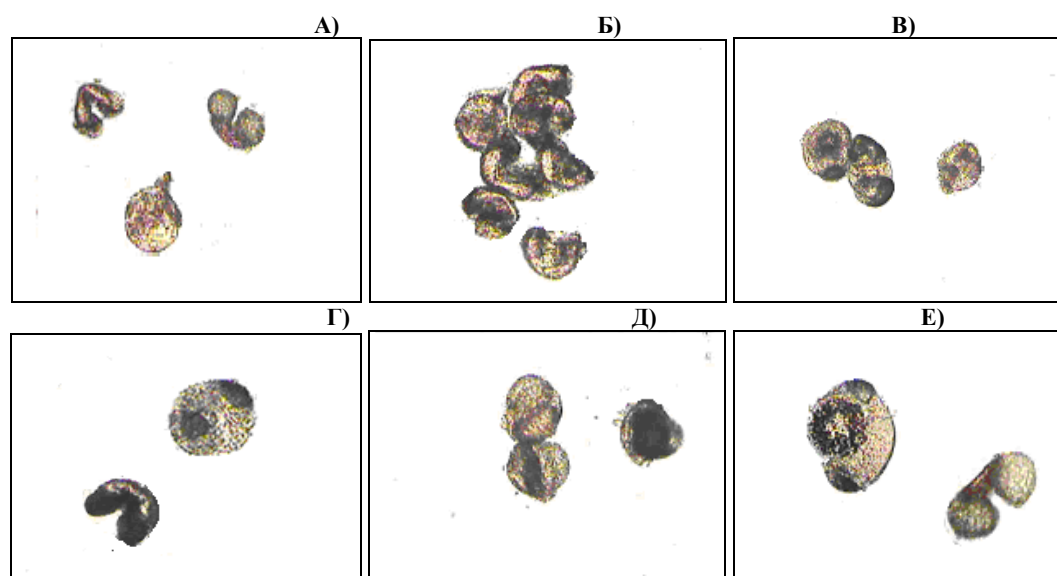


Рис. 6. Различные виды нарушений структуры и формы стерильных пыльцевых зерен *Pinus sylvestris* L., произрастающих в районе свалки твердых бытовых отходов, с различными морфологическими нарушениями (увел. 1.1x16): а) редукция тела и воздушных мешков; б) подкововидная форма; в, г) наросты на экзине; д) линзовидная форма (снизу и справа); е) воротничковая форма с наростами на экзине (множественные нарушения), редукция тела пыльцы (справа).

Количество стерильных пыльцевых зерен, имеющих нормальное морфологическое строение, в опытной зоне увеличилось в 1,1 раза ($p > 0,05$) по сравнению с фоновыми древостоями. Однако количество стерильной пыльцы с редукцией одного летательного мешка уменьшалось в опытном варианте в 1,6 раза ($p < 0,001$) по сравнению с контролем; с полной дегенерацией воздушных мешков – увеличилось в 3,2 раза ($p < 0,001$). Аналогичная картина наблюдалась и с пыльцевыми зёрнами линзовидной формы количество которых увеличилось в 2,8 раза ($p < 0,001$), подкововидной – в 2,5 раза ($p < 0,001$), прочие нарушения – в 2,6 раза ($p < 0,001$) соответственно. Среди них следует отметить воротничковые формы пыльцы (см. рис. 6, е), с редукцией тела пыльцевого зерна (см. рис. 6, а, е).

Следовательно, выбросы городской свалки оказывают модифицирующее действие на фенотип мужского гаметофита сосны обыкновенной, что проявляется в достоверном увеличении пыльцевых зерен с морфологическими нарушениями.

Параллельно с палиноморфологическими исследованиями, было проведено изучение спонтанной и индуцированной стерильности мужского гаметофита *P. sylvestris* L. При подсчете количества abortивной пыльцы все фертильные пыльцевые зёрна с различными аномалиями были отнесены к данной категории (табл. 3).

Таблица 3.
Показатели фертильности (Ф) и стерильности (С) пыльцевых зерен *Pinus sylvestris* L., произрастающих в контрольной и опытной зонах

Зона	Общее количество пыльцевых зерен, шт						%	Ф/С
	фертильных			стерильных		абортив- ных		
	нормаль- ные	%	с нару- шениями	нормаль- ные	с нару- шениями			
К	4026	73,1	132	916	428	1476	26,8	2,7
С	3097*	56,7	397*	984	980*	2361*	43,2	1,3

Уровень спонтанной стерильности пыльцы составил 26,8%, однако данный показатель достоверно повышался в популяции сосны обыкновенной, произрастающей в зоне выбросов городской свалки и составлял 43,2% ($p < 0,001$). Различия в количестве стерильных пыльцевых зерен контрольной и опытной зон, имеющих нормальное морфологическое строение, было не достоверным ($p > 0,05$), однако количество как фертильной, так и стерильной пыльцы достоверно увеличивалось у деревьев опытной зоны – в 3 раза ($p < 0,001$) и 2,3 раза ($p < 0,001$) по сравнению с фоном. Полученные данные свидетельствуют о том, что выбросы свалки твердых бытовых отходов оказывают неблагоприятное воздействие на формирование нормальной пыльцы, что проявляется в повышенной продукции аномальных пыльцевых зерен. Общее количество abortивной пыльцы (включая стерильную пыльцу с различными нарушениями морфоструктуры) в зоне

воздействия выбросов городской свалки увеличилось, по сравнению с фоновыми древостоями, в 1,6 раза ($p < 0,001$).

Расчет отношения фертильных пыльцевых зерен к стерильным (Ф/С), характеризующего чувствительность репродуктивных органов к аэротехногенному загрязнению дал следующие результаты. Коэффициент чувствительности генеративной системы *P. sylvestris* в опытном варианте уменьшился в 2,1 раза по сравнению с контролем. Полученный результат свидетельствует о том, что генеративная сфера *P. sylvestris* L. довольно толерантна к техногенной нагрузке и может быть рекомендована в качестве зеленых насаждений в урбанизированных экосистемах с повышенным уровнем техногенной нагрузки.

Повышенная продукция аномальной пыльцы может служить биотестом неблагоприятной экологической обстановки.

ВЫВОДЫ

1. Выбросы свалки твердых бытовых отходов оказывают неблагоприятное воздействие на мужские генеративные органы *Pinus sylvestris* L., что проявляется в низком качестве формируемой ими пыльцы.
2. При повышенной антропогенной нагрузке достоверно увеличивается количество аномальной пыльцы и падает ее способность накапливать крахмал.
3. В зоне выбросов городской свалки твердых бытовых отходов достоверно увеличивается частота встречаемости пыльцевых зерен с различными видами нарушений: редукция одного или двух воздушных мешков; наросты на экзине, расположенные над воздушными мешками; линзовидные, подкововидные и воротничковые формы; двойные пыльцевые зерна с внутренней перегородкой.
4. Стерильные пыльцевые зерна *Pinus sylvestris* L. характеризуются более сильным изменением фенотипа, чем фертильные, так как сильные повреждения вызывали элиминацию пыльцы.
5. Репродуктивная система *Pinus sylvestris* L. характеризуется довольно низким коэффициентом чувствительности к аэротехногенному загрязнению, что позволяет отнести ее к группе толерантных к техногенной нагрузке культур.
6. Повышенная продукция аномальной пыльцы *Pinus sylvestris* L. может служить показателем неблагоприятной экологической обстановки.

Список литературы

1. Третьякова И. Н. Половая репродукция и семеношение хвойных в условиях экологического стресса / И. Н. Третьякова // Флора и растит. Сибири и Дал. Востока. : Чтения памяти Л. М. Черепнина : Тез. докл. 2 Рос. конф., [Красноярск, 1996]. [Ч. 2]. – Красноярск, 1996. – С. 356–357.
2. Третьякова И. Н. Качество пыльцы сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения г. Красноярска: Докл. [2 Всероссийская конференция «Проблемы региональной экологии», посвящённая 100-летию со дня рождения СО РАН акад. М.А. Лаврентьева, Томск, 15-19 мая, 2000] / И. Н.Третьякова, Е. А.Петрова, И. О.Тедер, Н. О. Тедер // Пробл. регион. экол. –2000. – № 8. – С. 72.
3. Тарбаева В. М. Влияние аэротехногенного загрязнения на развитие семян сосны обыкновенной на ранних стадиях / В. М. Тарбаева // Изв. вузов. Лес. ж. – 1997. – № 5. – С. 103–107.
4. Федоров Л. А. Микроспорогенез сосны при загрязнении среды в Российской Лапландии / Л. А. Федоров // Изв. вузов. Лес. ж. – 1995. – № 1. – С. 47–50.

5. Махнева С.Г. Репродуктивная структура насаждений сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения среды / С.Г. Махнева // Соц.-экон. и экол. пробл. лес. комплекс : Тез. докл. междунар. науч.-техн. конф., Екатеринбург, [1999]. – Екатеринбург, 1999. – С.63.
6. Хакимов Ф.И. К исследованию трансформации и загрязнения городских почв (методические вопросы) / Ф.И. Хакимов, Н.Ф. Деева, А.А. Ильина // Тез. докл. Междунар. конф. «Пробл. антропог. почвообрз.», Москва, 16-21 июня, 1997. – Т. 3. – М., 1997. – С. 187–190.
7. Koda E. Design aspects of leach ate drainage systems of old sanitary landfills / E. Koda // Ann. Warsaw Agr. Univ. – SGGW. Land Reclam. – 2000. – № 29. – С. 97–106.
8. Шибанов С.Э. Основные экологические проблемы Крыма / С.Э. Шибанов // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні наукові дослідження – 2006”. – Т. 18. – Екологія. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2006. – С. 24–26.
9. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова и В.А. Бокова. – Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное изд-во, 2003. – 360 с.
10. Мельников Н.Н. Органические соединения хлора в окружающей среде / Н.Н. Мельников, С. Р. Белан // Агрохимия. – 1998. – № 10. – С. 83–93.
11. Yadav J. S. Effect of polycyclic aromatic hydrocarbons on somatic chromosomes of cal tar workers / J. S. Yadav, N. Seth // Cytobios. – 1998. – Vol. 93, 374. – С. 165–173.
12. Hartmann A. Comparative biomonitoring study of workers at a waste disposal site using cytogenetic tests and the comet (Single-cell gel) assay / A. Hartmann, H. Fender, G. Speit // Environ. and Mol. Mutagenes. – 1998. – Vol. 32, № 1. – С. 17–24.
13. Ибрагимова Э.Э. Индикация загрязнения среды автотранспортными выбросами по их гаметоцидному действию на растения / Э.Э. Ибрагимова // II Міжн. наук.-практ. конф. “Сучасні наукові дослідження – 2006”, Дніпропетровськ. – 2006. – С. 45–48.
14. Ибрагимова Э.Э. Палиноморфологическая оценка техногенного химического загрязнения среды на примере пыльцы *Artemisiaca vulgaris* / Э.Э. Ибрагимова // Экосистемы Крыма, их оптимизация и охрана. – Вып. 17. – 2007. – С. 211–217.
15. Ибрагимова Э.Э. Репродуктивные процессы у дикорастущих растений в нарушенных городских экосистемах / Э.Э. Ибрагимова // Культура народов Причерноморья – 2005. – № 67. – С. 17–20.
16. Ибрагимова Э.Э., Пыльца *Pinus sylvestris* L. как показатель неблагоприятной экологической обстановки / Э.Э. Ибрагимова, Д.Э. Эмирова // I Міжн. наук.-практ. конф. “Передові наукові розробки – 2006”. Том 6. – Д.: Наука і освіта, 2006. – С. 43–47.
17. Практикум по анатомии растений: Учеб. пособие. / [Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н., Кочемарова И.П. и др.]; под ред. Д. А. Гранковского – М. : Высш. школа, 1979. – 224 с.
18. Хржановский В.Г. Основы ботаники с практикумом / Владимир Геннадиевич Хржановский. – М. : Высшая школа, 1969. – 576 с.
19. Хржановский В.Г. Практикум по курсу общей биологии : [Учеб. пособие] / В.Г. Хржановский, С.Ф. Пономаренко. – М. : Высш. школа, 1979. – 422 с.
20. Шостаковский С.А. Систематика высших растений / Сергей Антонович Шостаковский. – М. : Высшая школа, 1971. – 352 с.
21. Практический курс систематики растений : [Учеб. пособие] / Т.Н. Гордеева, И.Н. Дроздова, Ю.К. Круберг, В.В. Письякуова – М. : Просвещение, 1986. – 224 с.
22. Kurmann M.H. Palynological evidence of conifer evolution / M.H. Kurmann // 15th Int. Bot. Congr., Yokogama, Aug. 28-Sept. 3, 1993 : Abstr. – Yokogama, 1993. – P. 30.
23. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / Паушева Зоя Петровна. – М. : Колос, 1980. – 304 с. – (Учебники и учебные пособия для высших сельскохозяйственных учебных заведений).
24. Плохинский Н. А. Биометрия / Плохинский Н. А. – М. : МГУ, 1970. – 367 с.
25. Коба В.П. Исследование некоторых особенностей морфогенеза и прорастания пыльцы *Pinus pallasiiana* D. Don. / В.П. Коба // Цитология и генетика. – 2004. – № 3. – С. 38–45.

Ибрагимова Е.Е. Индикація забруднення навколишнього середовища в урбанізованих екосистемах з використанням пилка *Pinus sylvestris* L. / Е.Е. Ібрагімова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2009. – Т. 22 (61). – № 4. – С. 54-65.

Досліджувалася чоловіча генеративна система популяцій *Pinus sylvestris* L., що ростуть у районі смітника твердих побутових відходів. Встановлено, що викиди смітника твердих побутових відходів впливають на генеративні органи *Pinus sylvestris* L., що проявляється в низькій якості формованої ними пилки.

Ключові слова: *Pinus sylvestris* L., популяція, пилок, звалище, стерильність, фертильність.

Ibragimova E. E. Indication of pollution of an environment in urboecosystems with use of pollen *Pinus sylvestris* L. / E.E. Ibragimova // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2009. – V.22 (61). – № 4. – P. 54-65.

Was investigated man's generative systems of populations *Pinus sylvestris* L., which are grow in area of a household dump firm. Also was established that the emissions of a household dump firm render bad influence on generative bodies *Pinus sylvestris* L., shown in poor quality of pollen, formed by them.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., population, pollen, household, sterility, fertility.

Поступила в редакцію 24.11.2009 з.