

Ключевые слова: земноводные, батрахоценозы, структура доминирования, Национальный природный парк «Синевир»

L. V. Krul'ko

Uzhhorod National University, Ukraine

THE FAUNA AND STRUCTURE OF AMPHIBIAN COMMUNITIES WITHIN THE TERRITORY OF THE NATIONAL NATURAL PARK "SYNEVYR"

The composition of the fauna of amphibians for the territory of the National Nature Park "Synevyr" is explored. The total number of species is 12. Dominance index is calculated for estimation of the number of different species. The structure of communities has been analyzed for all environmental scientific research departments. Eudominants for all territory are *Salamandra salamandra* (24,7% of the total specimens number of all species), *Lissotriton vulgaris* (18,7%), *Mesotriton alpestris* (13,8%), *Triturus cristatus* (13,6%), *Bombina variegata* (12,1%). Dominant is *Lissotriton montandoni* (7,4%). Subdominants are *Rana temporaria* (4,4%), *Rana arvalis* (2,9%), and subrecidents are *Hyla arborea* (0,9%), *Rana dalmatina* (0,7%), *Bufo viridis* (0,5%), *Bufo bufo* (0,4%). The index of species diversity of the amphibian fauna is 2.91.

Key words: amphibians, batrachocenosis, communities' structure, National Nature park "Synevyr"

Рекомендує до друку

Надійшла 17.03.2018

В. В. Грубінко

УДК 581.522.4+582.475.2:575.2(477.63)

Е. В. ЛАПТЕВА

Криворожский ботанический сад НАН Украины
ул. Маршака, 50, Кривой Рог, 50089

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕННОЙ СРЕДЫ
КРИВОРОЖЬЯ НА ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
У СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА *PINUS SYLVESTRIS* L.
И *PINUS PALLASIANA* D. DON.**

Изучены цитогенетические изменения у проростков семян растений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны крымской (*P. pallasiana* D. Don), произрастающих на железорудном отвале, вблизи крупного металлургического комбината, в дендрарии ботанического сада г. Кривого Рога, в сравнении с растениями природных популяций, где отсутствует техногенное загрязнения среды. Установлено, что у растений криворожских насаждений, доля цитогенетических нарушений в делящихся клетках корешков проростков семян в 10 – 40 раз выше.

Ключевые слова: сосна, семена, ядрышковая активность, патология митоза, Криворожье

В биоиндикационных целях определения уровня негативного воздействия техногенно-загрязненной среды используются различные показатели живой материи, начиная с популяционного (Биоиндикация загрязнений наземных экосистем под ред. Шуберта, 1988). В качестве индикаторов такого влияния, нередко используют древесные растения [Бессонова и др, 1996, Буторина и др, 2000, Муратова и др, 2006, Pavlica, 2000], особенно часто хвойные породы, произрастающие в зонах выбросов промышленных производств, а также в индустриальных городах [Гераськин и др, 2005, Калашник, 2008]. Результаты исследований показывают, что хвойные проявляют себя как чувствительные и надежные объекты по выявлению цитогенетических эффектов, 150 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2018, № 2 (73)

вызываемых действием загрязнителей и экстремальных факторов среды [Вострякова, 2007, Калашник, 2008, Kirsch-Volders, 1997]. В качестве тест-объектов нередко применяют семена хвойных, изучая в их проростках патологии митоза, хромосомные аберрации и ядрышковую активность [Буторина, Калаев, 2000; Калашник, 2008; Пардаева и др., 2013]. Цитогенетические нарушения у живых организмов часто становятся базовыми элементами комплексного интегрального экологического мониторинга окружающей среды в крупных промышленных регионах. Логично сопоставить уровень цитогенетических аномалий у семян растений одного и того же вида, произрастающих в контрастных условиях техногенно загрязненной среды. Если привлечь в такую схему исследований растения с экологически благополучных территорий, где отсутствует техногенное загрязнение, можно выяснить фоновый природный уровень искомым изменений, который обычно рассматривают как контрольный. Такие сравнительные исследования необходимы для выяснения параметров или показателей, которые определяют остроту реакции растений в зависимости от экстремальности условий произрастания. Высокий уровень загрязнения окружающей среды в Криворожье, который, по мнению отдельных авторов, привел к формированию региональной зоны экологического бедствия [Лысый и др., 2007], диктует необходимость цитогенетического мониторинга для оценки генотоксических эффектов влияния химических и физических агентов. Так как в городской черте много крупных промышленных объектов, являющихся источником аэротехногенного загрязнения или в корне изменены эдафические условия среды в связи с добычей полезных ископаемых, можно ожидать, что уровень цитогенетических аномалий у хвойных будет высоким. Кроме того, доминирование разных типов загрязнения – воздушного и почвенного, вероятно, может неоднозначно сказываться как на частоте встречаемости этих аномалий, так и на их спектре.

Цель исследований. Сравнительный анализ цитогенетических изменений у проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений экологически безопасных районов и техногенно загрязненных территорий Криворожья.

Материал и методы исследования

Для проведения исследований использовали семена *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, произрастающих в дендрарии Криворожского ботанического сада НАН Украины (КБС), вблизи Криворожского металлургического комбината (КМК) и на крупном Первомайском железорудном отвале (ПЖО), а также растения из природных популяций, *P. sylvestris* – из Кременецкого лесничества Тернопольской области (КЛ), *P. pallasiana* – из Горного Крыма (ГК).

Растения из Кременецкого лесничества и Крыма рассматривали как условно контрольные, так как здесь отсутствует техногенное загрязнение среды. Растения дендрария КБС в определенной степени испытывают воздействие выбросов крупнейшего Северного горно-обогатительного комбината (СевГОК), так как дендрарий расположен в 3 км от этого предприятия.

Для цитогенетических исследований были выбраны такие показатели: патологии митоза (ПМ), хромосомные аберрации (ХА) и ядерно-ядрышковое соотношение (ЯЯС). Анализ проводили на временных препаратах меристематических тканей корешков проростков семян. Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в термостате при температуре 23–25°C. Корешки длиной 1,0–1,5 см фиксировали в уксусном этаноле (1:3). Для анализа патологий митоза и хромосомных аномалий препараты окрашивали 2 % раствором ацеорсеина [Паушева, 1988]. При окрашивании ядрышек применяли 50 % раствор азотнокислого серебра [Муратова, 1995]. Давленные препараты готовили по стандартной методике. Просмотр микропрепаратов осуществляли с помощью тринокулярного микроскопа XSP-139TP при увеличении 40x10. Для фотографирования препаратов применяли цифровую камеру Canon EOS 350D. Промеры осуществляли на цифровых снимках с помощью программного обеспечения Axio Vision Rel. 4.7. Классификацию цитогенетических нарушений в меристематических тканях проростков проводили по описаниям А. К. Буториной, Калаев [2000] и Н. А. Калашник [2008]. Микрофотографии и данные по классификации нарушений предоставлены в ранее опубликованных статьях (Коршиков, Лаптева, 2013, Коршиков и др., 2013). Ядерно-ядрышковое отношение устанавливали как частное от деления площади ядер на

суммарную площадь ядрышек. Расчеты и достоверность различий между группами оценивали при помощи t-критерия Стьюдента с использованием программы для статистической обработки данных Statistica for Windows r.5.1 b (StatSoft Inc.).

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве высокочувствительного теста влияния стрессовых факторов на растения рассматривают качественно-количественные характеристики ядрышек в клетках. Стресс приводит к реорганизации ядрышковой архитектуры в клетках, изменяется функциональная активность ядрышек, в первую очередь та, что связана с синтезом белков [Rubbi, Milner, 2003; Cheutin et al., 2004; Mayer, Grummt, 2005; Severine et al., 2010]. По мнению В.В. Архипчука (1995), который изучил влияние облучения и мутагенов на растения и рыб, количественные характеристики ядрышек в их клетках позволяют оценивать действие различных факторов на геном. Эти показатели автор рассматривал как наиболее информативные для многоядрышковых клеток. Характерной особенностью клеток корешков проростков *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из семян растений Криворожских насаждений была существенно меньшая (на 15–40%) средняя площадь ядра и одного ядрышка (на 23–45%) в сравнении с проростками семян насаждений природной популяции. В клетках проростков *P. sylvestris* из семян Криворожских насаждений наблюдается тенденция увеличения среднего количества ядрышек в одном ядре на 4-18% по сравнению с семенами контрольных растений. Среднее количество ядрышек в ядре клеток семян растений *P. pallasiana* интродукционных насаждений было либо близким к контролю (КБС и ПЖО) либо больше на 10% (см. табл.1). Результаты наших исследований свидетельствуют об неоднозначных изменениях размерно-количественных характеристик ядрышек в клетках семян растений *P. sylvestris* и *P. pallasiana*, которые подвергаются воздействию разных по физико-химическому составу загрязнителей среды. По этой причине показатели ядрышковой активности в клетках корешков проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* не являются надежными индикаторами для оценки генотоксичности техногенно загрязненной среды.

Таблица 1

Ядерно-ядрышковые характеристики интерфазных клеток корешков проростков *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из семян растений, произрастающих на разных техногенно загрязненных территориях Криворожья в сравнении с насаждениями мало тронутых урбанизацией

Место произрастания растений	Средняя площадь ядра, мкм ²		Средняя площадь ядрышек в ядре, мкм ²		Среднее кол-во ядрышек в одном ядре	Ядерно-ядрышковое соотношение	
	M±m	CV %	M±m	CV %		M±m	CV %
<i>P. sylvestris</i>							
КЛ (контроль)	170,4±3,3	23,0	43,8±1,2	28,0	4,9±0,04	4,0±0,08	20,8
КБС	144,6±3,0***	20,8	33,7±0,6***	19,0	5,1±0,05***	4,3±0,07***	17,4
ПЖО	130,7±2,3**	17,6	29,7±0,8**	26,6	5,6±0,5**	4,6±0,1**	20,0
КМК	118,9±2,6*	22,0	25,4±0,7*	26,1	5,8±0,6*	4,8±0,1*	18,8
<i>P. pallasiana</i>							
ГК (контроль)	192,6±10,2	37,5	48,6±1,4	33,7	5,0±0,4	4,0±0,4	19,1
КБС	166,6±3,4***	20,4	37,1±0,7***	19,7	5,01±0,1***	4,6±0,1***	18,4
ПЖО	159,4±3,4**	21,3	33,9±0,8**	27,6	5,22±0,1**	4,8±0,1**	21,6
КМК	129,5±2,4*	18,2	26,5±0,7*	26,7	5,52±0,5*	5,1±0,1*	19,6

Примечание: разница с контролем достоверна при * – P ≤ 0,95; ** – P ≤ 0,99; *** – P ≤ 0,999

В цитогенетическом анализе растений широко используется такой показатель как ядерно-ядрышковое соотношение. Его рассматривают как объективный критерий уровня биосинтеза белка у разных растений (Шахбазов, Шестопалова, 1971, Машкин, Назарова, 1976,

Дуброва, Малахова, 1980), хотя чаще как показатель влияния факторов внешней среды на активность ядрышкового образователя (ЯО). ЯАС зависит от варибельности двух величин – площади ядра и суммарной площади ядрышек. Ядрышковая активность – это важный показатель, позволяющий судить об уровне метаболической активности клетки (Severine et al., 2010, Sgura. 1997, Smolinski et al, 2007). ЯАС у проростков семян криворожских насаждений в сравнении с проростками семян контрольных образцов было больше на 7 – 13 % (табл.). Увеличение этого соотношения у потомства растений, подвергающихся воздействию техногенных выбросов, связано с уменьшением площади ядра и ядрышек. Следовательно, воздушное и эдафическое техногенное загрязнение среды уменьшает активность ЯО хромосом у потомства *P. sylvestris* и *P. pallasiana*.

Очевидно, описанные изменения являются реакцией растений на техногенный стресс, передающейся и их семенному потомству. Известно, что ядрышки относятся к чувствительным структурам, оперативно реагирующим на отклонения в метаболизме клетки и координирующей ее ответ на стресс. Изменения в качественно-количественных характеристиках ядрышек в клетках рассматривают как защитно-компенсаторный механизм [Severine et al., 2010].

Результаты исследования уровня цитогенетических нарушений в меристематических тканях корешков проростков семян показали, что в условиях загрязнения у всех из исследованных видов увеличивается число аномалий и наблюдается расширение их спектра. (табл. 2) Так, в насаждениях *P. pallasiana* уровень патологий митоза (опережение, отставание, неравномерное расхождение: многополюстность, агглютинация, кольцевые хромосомы) варьирует от 0,19 до 4,26 %, тогда как в природной популяции этот показатель составил только 0,09 %. (табл. 2). Следует отметить, что при воздействии атмосферного загрязнения промышленных производств Кривбасса, патологий митоза было в 16–27 раз больше, чем у семян *P. pallasiana* с природной популяции. У семенного потомства растений с железорудного отвала, где преобладает почвенное загрязнение, доля этих патологий была больше в 27 раз по сравнению с контролем и в 3 раза по сравнению с растениями, подверженными влиянию выбросов СевГОКа в дендрарии КБС. Уровень хромосомных аберраций (мосты: одинарные, двойные, множественные; агглютинация, кольцевые хромосомы) в клетках проростков *P. pallasiana* в неблагоприятных эдафических условиях промышленного отвала достигает наибольшего значения 5,4% у взрослых растений и 2,9% – у насаждений естественного возобновления, это выше в 4,5 раза, чем в КБС, в 2,1 раза, чем вблизи КМК.

Таблица 2

Относительные показатели цитогенетических изменений и нарушений в клетках корешков проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из разных насаждений техногенно загрязненных территорий Криворожья в сравнении с насаждениями мало тронутых урбанизацией

Место произрастания растений		Общее количество цитогенетических нарушений	В том числе	
			ПМ	ХА
<i>P. sylvestris</i>	КЛ (контроль)	1,87±0,11	0,46±0,54	1,41±0,09
	КБС	3,65±0,13	1,37±0,08	2,28±0,11
	ПЖО	7,80±0,19	2,71±0,12	5,09±0,16
	ПЖО естественного возобновл. 7-11 лет	5,24±0,18	2,14±0,12	3,10±0,14
	КМК	5,17±0,31	1,77±0,18	3,4±0,25
<i>P. pallasiana</i>	ГК (контроль)	0,13±0,15	0,09±0,002	0,04±0,001
	КБС	2,92±0,13	1,68±0,09	1,24±0,08
	ПЖО	7,09±0,18	1,71±0,09	5,38±0,16
	ПЖО естественного возобновл. 7-11 лет	5,63±0,20	2,74±0,14	2,89±0,15
	КМК	4,63±0,23	1,97±0,15	2,66±0,18

Примечания: ПМ – патологии митоза, ХА – хромосомные аберрации

Подобная тенденция наблюдается и в клетках проростков *P. sylvestris*, уровень ПМ в неблагоприятных эдафических условиях несколько выше (2,14 – 2,78%), чем при атмосферном загрязнении (1,37%), тогда как в контроле доля этих клеток составила 0,46%. В этом, очевидно, отражается специфика воздействия на растения разнокачественного по характеру загрязнения окружающей среды.

В клетках проростков *P. sylvestris* уровень хромосомных аномалий в неблагоприятных эдафических условиях промышленного отвала достигает 3,1–5,1 %, что в 1,35–2,24 раза выше, чем у растений дендрария КБС. Обнаруженный уровень цитогенетических нарушений у потомства *P. sylvestris* криворожских насаждений близок по доле у потомства растений (8 %), произрастающих в зоне Чернобыльской АЭС [Кальченко, Федотов, 2001], но значительно ниже, чем у растений островных боров Тувы (18 %), где наблюдается заметный дефицит почвенной влаги [Егоркина, 2010].

В целом, у потомства *P. sylvestris* в насаждениях Криворожья выявлен более высокий уровень цитогенетических нарушений в сравнении с *P. pallasiana*. Характерной особенностью потомства четырех изученных насаждений *P. sylvestris* и *P. pallasiana* является более высокая встречаемость хромосомных aberrаций, чем патологий митоза. В ана-телофазных клетках проростков корневых меристем наиболее распространенными патологиями митоза были опережение и отставание хромосом, а среди хромосомных aberrаций – мосты и агглютинация.

Следовательно, у потомства растений железорудного отвала, хромосомные aberrации встречались в 3,4–6,7 раза чаще, чем в других насаждениях Кривбасса. Это можно объяснить высокой загрязненностью вскрышных пород отвала тяжелыми металлами, включая редкоземельные, которые создают повышенный радиационный фон. Следует отметить высокий уровень патологий митоза – мостов у семян *P. sylvestris* в контрольном насаждении КЛ. Он был в 34,3 раза выше, чем у семян *P. pallasiana* из популяции ГК. По этой причине встречаемость исследуемых хромосомных aberrаций у семян *P. sylvestris* в насаждениях Криворожья, по отношению к контролю, заметно ниже, чем у семян *P. pallasiana*. Однако, если сравнивать долю клеток с нарушениями мосты у проростков семян *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений Криворожья, то в трех из четырех вариантов она выше у первого вида, чем у второго. Наиболее высокий уровень цитогенетических нарушений и их широкий спектр выявлен в семенном потомстве *P. pallasiana* и *P. sylvestris*, произрастающих на техногенно загрязненных и нарушенных территориях Криворожья. У этих видов более 7 % анафазных и телофазных клеток корешков семян, собранных с 30-летних насаждений на железорудном отвале, имели патологии митоза и хромосомные aberrации. Это в 2–5 раз выше, чем у семян *P. pallasiana* из насаждений Донецка, Новоамвросиевки и Мариуполя. (Коршиков и др., 2013). Таким образом, в клетках корешков проростков семян двух видов хвойных – широкоарельной *P. sylvestris* и узкоарельной – *P. pallasiana*, произрастающих в различных техногенно нарушенных и загрязненных экотопах Кривбасса, обнаружен высокий уровень цитогенетических нарушений.

Выводы

Таким образом, в клетках меристематических тканей корешков проростков *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из семян криворожских насаждений существенно изменяется активность ядрышкового образователя и значительно возрастает доля клеток с патологией митоза и хромосомными aberrациями. Загрязнение среды вызывает повышение уровня цитогенетических нарушений у семенного потомства *P. sylvestris* и *P. pallasiana* из насаждений, подверженных воздействию выбросов металлургических производств и произрастающих на железорудном отвале г. Кривой Рог. Вышеперечисленные показатели растений сосны и их семенного потомства приемлемы как тестовые для индикации техногенного загрязнения среды. Также результаты наших исследований показали, что *P. sylvestris* и *P. pallasiana* вполне пригодны для мониторинга генотоксических эффектов на техногенно загрязненных территориях.

1. *Архипчук В.В.* Использование ядрышковых характеристик в биотестировании / В.В. Архипчук // Цитология и генетика. — 1995. — № 3. — С. 6—12.
2. *Бессонова В.П.* Использование цитогенетических критериев для оценки мутагенности промышленных поллютантов / В.П. Бессонова, З.В. Грицай, Т.И. Юсыпова // Цитология и генетика. — 1996. — Т. 30, № 5. — С. 70—76.
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. — М.: Мир, 1988. — 346 с.
4. *Буторина А.К.* Цитогенетическая характеристика семенного потомства некоторых видов древесных растений в условиях антропогенного загрязнения г.Воронежа / А.К. Буторина, В.Н. Калаев, Т.В. Вострикова [и др.] // Цитология. — 2000. — Т. 42, № 2. — С. 196—200.
5. *Буторина А.К.* Анализ чувствительности различных критериев цитогенетического Мониторинга / А.К. Буторина, В.Н. Калаев // Экология. — 2000. — № 2. — С. 206—210.
6. *Вострикова Т.В.* Нестабильность цитогенетических показателей и нестабильность генома у березы повислой / Т.В. Вострикова // Экология. — 2007. — № 2. — С. 88—92.
7. *Гераськин С.А.* Оценка методами биоиндикации техногенного воздействия на популяции *Pinus sylvestris* L. в районе предприятия по хранению радиоактивных отходов / С.А. Гераськин, Д.В. Васильев, В.Г. Дикарев [и др.] // Экология. — 2005. — №4. — С. 275—285.
8. *Дуброва Н.А.* Изучение полиморфизма ядрышкообразующих хромосом у видов рода *Actaea L. (Ranunculaceae Juss.)* / Н.А. Дуброва, Л.А. Малахова // Цитология и генетика. — 1980. — № 5. — С. 3—8.
9. *Егоркина Г.И.* Цитогенетические параметры сосны обыкновенной в Алтайском крае / Г.И. Егоркина // Лесоведение. — 2010. — № 6. — С. 39—45.
10. *Калашник Н.А.* Хромосомные нарушения как индикатор оценки степени техногенного воздействия на хвойные насаждения / Н.А. Калашник // Экология. — 2008. — № 4. — С. 276—286.
11. *Кальченко В.А.* Генетические эффекты острого и хронического воздействия ионизирующих излучений на *Pinus sylvestris* L., произрастающих в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. / В.А. Кальченко., И.С. Федотов // Генетика. — 2001. — Т. 37. № 4. — С. 437—447.
12. *Коршиков І.І.* Цитогенетичні аномалії в клітинах проростків *Pinus pallasiana* D. Don із залізорудного відвалу Криворіжжя / І.І. Коршиков, О.В. Лаптева // Укр. бот. журн. — 2013. — Т. 70, № 5. — С. 683—689.
13. *Коршиков І.І.* Мінливість кількісно-розмірних характеристик ядерць та ядер у клітинах насіння *Pinus pallasiana* D. Don (заповідні й антропогенно змінені території степової зони України) / І.І. Коршиков, О.В. Лаптева, Ю.О. Ткачова // Укр. бот. журн. — 2013. — Т. 71, № 6. — С. 805—812.
14. *Коршиков И.И.* Патология митоза (мости) в клетках проростков семян трех видов хвойных популяций и насаждений техногенно-загрязненных территорий / И.И. Коршиков, Ю.А. Ткачева, Е.В. Лаптева // Автохтонні та інтродуковані рослини. — 2013. — Вып. 9. — С. 92—100.
15. *Коршиков И.И.* Цитогенетические изменения у семян сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don), насаждений техногенно-загрязненных и нарушенных территорий / И.И. Коршиков, Ю.А. Ткачева, Е.В. Лаптева // Промышленная ботаника. — 2013. — Вып. 13. — С. 143—152.
16. *Лысый А.Е.* Экологические и социально-гигиенические проблемы и пути оздоровления крупного промышленного региона. / А.Е. Лысый, С.А. Рыженко, И.П. Козьрин, М.Г. Мельниченко, В.Г. Капничук — Кривой Рог. — 2007. — 425 с.
17. *Машкин С.И., Назаров М.Н.* Сезонная динамика числа и размеров ядрышек, ядер и ядерно-ядрышковых отношений у представителей подсемейства сливовых при их интродукции / С.И. Машкин, М.Н. Назаров // Цитология. — 1976 — Т.18. № 12. — С. 1438—1443.
18. *Муратова Е.Н.* Методики окрашивания ядрышек для кариологического анализа хвойных / Е.Н. Муратова // Ботан. журн. — 1995. — Т. 80, № 2. — С. 82—86.
19. *Муратова Е.Н.* Цитогенетические эффекты влияния горно-химического комбината на клетки элодеи канадской (*Elodea canadensis Michx*) / Е.Н. Муратова, М.Г. Корнилова, А.В. Пименов [и др.] // Вестник КрасГАУ. — 2006. — Вып. 14. — С. 159—163.
20. *Пардаева Е.Ю.* Изучение цитогенетических характеристик семенного потомства сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях засухи и техногенного загрязнения / Е.Ю. Пардаева, О.С. Машкина, Н.Ф. Кузнецова // Факторы экспериментальной эволюции организмов. — К.: Логос. — 2013. — С. 62—66.
21. *Паушева З.П.* Практикум по цитологии растений / З.П. Паушева — М.: Агропромиздат. — 1988. — 271 с.
22. *Правдин Л.Ф.* Методика кариологического изучения хвойных пород / Л.Ф. Правдин, В.А. Будорагин, М.В. Круклис и др. // Лесоведение. — 1972. — №2. — С.67—72

23. Шахбазов В.Г. Некоторые особенности ядрышки ядра в клетках гибридного лука / В.Г. Шахбазов, Н.Г. Шестопалова // Докл. АН ССР. — 1971. — 196. № 5. — С. 1207—1208.
24. Cheutin T. Dynamics of nucleolar components. In: The nucleolus. New York: Kluwer Academic / Cheutin T., Misteli T., Dundr M. // Plenum Publishers. — 2004. — P. 29—40.
25. Kirsch-Volders M. Towards a validation of the micronucleus test / M. Kirsch-Volders // Mutation Research. — 1997. — Vol. 392. — P. 1—4.
26. Mayer Ch. Cellular stress and nucleolar function / Mayer Ch., Grummt I. // Cell Cycle. — 2005. — Vol. 4, №8. — P. 1036—1038.
27. Pavlica M. The cytotoxic effect of wastewater from the phosphoric gypsum depot on common oak (*Quercus robur* L.) and shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum*) / M. Pavlica, V. Besendorfer, J. Rosa [et al.] // Chemosphera. — 2000. — Vol. 41, № 10. — P. 1519—1527.
28. Rubbi C.P. Disruption of the nucleolus mediates stabilization of p53 in response to DNA damage and other stresses / Rubbi C.P., Milner J. // EMBO J. — 2003. — 22. P. 6068—6077.
29. Severine B. The nucleolus under stress/ B. Severine, B.J. Westman, H. Saskia [et al.] // Molecular Cell. — 2010. — Vol. 40. — P. 216—227.
30. Smolinski D.J. Additional nucleoli and NOR activity during meiotic prophase I in larch (*Larix decidua* Mill.) / D.J. Smolinski, J. Niedojadlo, A. Noble [et al.] // Protoplasma. — 2007. — Vol. 232. — P. 109—120.

О. В. Лантєва

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089

ВПЛИВ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕНОГО СЕРЕДОВИЩА КРИВОРІЖЖЯ НА
ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ЗМІНИ У НАСІННЄВОГО ПОТОМСТВА *PINUS SYLVESTRIS* L.
І *PINUS PALLASIANA* D. DON.

Вивчено цитогенетичні зміни у проростків насіння рослин сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та сосни кримської (*P. pallasiana* D. Don), які зростають на залізорудному відвалі, поблизу великого металургійного комбінату, у дендрарії ботанічного саду м. Кривого Рогу, порівняно із рослинами природних популяцій, де відсутнє техногенне забруднення середовища. Встановлено, що у рослин криворізьких насаджень частка цитогенетичних порушень у клітинах коріньців проростків насіння, що діляться вища в 10–40 разів.

Ключові слова: Сосна, насіння, ядришкова активність, патологія мітозу, Криворіжжя

Е. V. Lapteva

Krivi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine

INFLUENCE OF TECHNOGENIC POLLUTION KRYVORIZHZHYA ON CYTOGENETIC
CHANGES IN SEED PROGENY *PINUS SYLVESTRIS* L. AND *P. PALLASIANA* D. DON.

The aim of our research a comparative analysis cytogenetic changes of seed progeny *Pinus sylvestris* and *Pinus pallasiana* seedlings from tree stands in an environmentally safe area (Mountain Crimea and Kremenets Forestry) and the technogenically polluted Krivoy Rog region (of the Krivoy Rog Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine; near the Krivoy Rog metallurgical plant «ArcelorMittal Kryviy Rih»; on the great Pershotravnevomu hall). Cytogenetic tests were conducted using the following indexes: mitosis pathologies, chromosomal aberrations and nucleonucleolar ratio.

Nucleonucleolar ratio in Krivoy Rog's planting seedlings seeds compared to control samples of seeds was more by 6 - 27%. The nuclear area is found to be significantly smaller in seedling cells of seeds from plantations, than that area in cells of seeds from the control natural populations. Results of the study of cytogenetic abnormalities in root meristematic tissues of seedlings seeds showed that in terms of pollution in all of the studied species growing number of anomalies observed expand their range depending on the type of pollution (atmospheric and edaphic). It was established that the two types of plant of Krivoy Rog pine plantations fraction pathology mitosis and chromosomal aberrations cells in the roots of seedlings seeds up to 10 - 40 times compared to seedlings seeds from of natural populations. The highest level of mitosis abnormalities, as a rule ordinary bridges, was revealed in

P. pallasiana and *P. sylvestris* growing in industrial ecotopes of Krivbass, especially in seeds of plants, growing in ore-mining dump.

In general, the offspring *P. sylvestris* in plantations of Kryvorizhzhya found higher levels of cytogenetic abnormalities in comparison with *P. pallasiana*. One distinctive feature of the *P. sylvestris* i *P. pallasiana* from all four examined stands is the higher frequency of chromosomal aberrations compared to the frequency of mitosis pathologies.

Thus, in the meristematic tissue cells of the seed descendants of *P. sylvestris* and *P. pallasiana* from the stands in the Krivoy Rog region, serious changes in the activity of the nucleolar organizer are observed and the proportion of cells with pathology mitosis and chromosomal aberrations is considerably increased. Environmental pollution encourages increased cytogenetic abnormalities in the seed descendants of *P. sylvestris* and *P. pallasiana* from the stands exposed to emissions from metallurgical works and growing on the iron ore dump in Krivoy Rog. The above enumerated indicators of pines trees and their genotype are acceptable as test indexes for the indication of technogenic environmental pollution.

Key words: Pinus sylvestris; P. pallasiana; seeds; seedlings; cytogenetic changes; Krivoy Rog region

Рекомендує до друку

Надійшла 12.12.2017

В. В. Грубінко

УДК: 577.39 [58.084.1]: 577.346: 574.24: 577.121: 577.126

¹С. В. ЛІТВИНОВ, ¹М. В. КРИВОХИЖА, ²В. М. КУХАРСЬКИЙ, ¹Н. М. РАШИДОВ

¹Інститут клітинної біології та генетичної інженерії Національної академії наук України
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ, 03143

²Державна установа «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України»
вул. Вишгородська, 67, Київ, 04114

ЗМІНИ НЕПІГМЕНТНИХ СПОЛУК У ЛИСТКАХ ОПРОМІНЕНИХ РОСЛИН *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) НЕУНН

Дія радіації на рослини часто викликає структурно-метаболичні зміни, що проявляються через тривалий проміжок часу після опромінення. З метою вивчення змін у складі непігментних сполук асимілюючого органу рослин – листка, використали метод інфрачервоної спектроскопії Фур'є (FTIR). На основі аналізу FTIR-спектрограм ліофілізованих розеткових листків модельної рослини *Arabidopsis thaliana* (L.) Неунн. через 30 діб після опромінення рентгенівськими променями у дозі 21 Гр можна зробити висновок про значні зміни вмісту полісахаридів, нуклеїнових кислот і протеїнів, а також конформації макромолекул. Після опромінення у листках у рази знижувався вміст білків та нуклеїнових кислот, відбувалося заміщення пектину та лігніну целюлозою й геміцелюлозою, накопичувався крохмаль. Змінювалася композиція жирних кислот кутину. Також зафіксоване невелике збільшення відношення кількості бета-шарів до кількості альфа-спіральних доменів білків. Виявлені зміни можуть бути зумовлені індукцією біохімічної відповіді рослинних клітин на іонізуюче опромінення, що призводить до деградації нуклеїнових кислот, модифікації клітинної стінки, накопичення крохмалю, протеолізу та конформаційних перетворень білків.

Ключові слова: рентгенівське випромінювання, інфрачервона спектроскопія Фур'є (FTIR), індуковані опроміненням біохімічні зміни, гіперчутлива відповідь, клітинна стінка

Вивчення середньострокових ефектів впливу радіації на рослини передбачає комплексний аналіз якісних та кількісних структурно-метаболичних змін, що виникають через тривалий проміжок часу після опромінення. Іонізуючу радіацію можна розглядати як тестовий чинник,