



І.І. КОРШИКОВ¹, О.В. ЛАПТЄВА²

¹Донецький ботанічний сад НАН України
проспект Ілліча, 110, м. Донецьк, 83059, Україна
dbsgenetics@gmail.com, donetsk-sad@mail.ru

²Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, м. Кривий Ріг, 50089, Україна
botgard@ukrpost.ua

ЦИТОГЕНЕТИЧНІ АНОМАЛІЇ В КЛІТИНАХ ПРОРОСТКІВ *PINUS PALLASIANA* D. DON. (*PINACEAE*) ІЗ ЗАЛІЗОРУДНОГО ВІДВАЛУ КРИВОРІЖЖЯ

К л ю ч о в і с л о в а: *Pinus pallasiana*, патології мітозу, насіння, залізорудний відвал, Криворіжжя

Вступ

Рослини, які зростають на промислових територіях, забруднених важкими металами, поглинають і накопичують їх у тканинах коренів і надземних органів. Це може призвести до цитогенетичних порушень у їхніх клітинах. Так, у лабораторних дослідках із клітинами *Allium cepa* L. — традиційного тест-об'єкта щодо визначення впливу солей металів (Довгалюк та ін., 2001) — та в проростків деревних рослин, що ростуть поблизу великих металургійних комбінатів, встановлено підвищений рівень цитогенетичних аномалій (Калашник, 2008). Патології мітозу та хромосомні аберації є чутливими показниками негативного впливу техногенно забрудненого середовища на рослини та їхнє насіння (Буторина і др., 2000). Види родини *Pinaceae* Lindl. досить часто використовують у моніторингових цитогенетичних дослідженнях у промислових регіонах Росії (Владимирова, Муратова, 2005; Гераскин і др., 2005; Калашник, 2008). Як елемент оцінки стану середовища такий моніторинг потрібен і для техногенно забруднених регіонів України, зокрема для Криворіжжя. Однак рослинні об'єкти для цього поки що не встановлені. Труднощі полягають у тому, що великі промислові регіони розміщені в степовій зоні, де більшість деревних рослин — це

інтродуценти. Поширеним і стійким видом у таких регіонах є *Pinus pallasiana* D. Don (Коршиков, Терлыга, Бычков, 2002). Зокрема, на залізорудних відвалах Криворіжжя вона успішно зростає і самовідновлюється. Порода цих відвалів містить значну кількість важких металів, у тому числі рідкісноземельних. Тому можна очікувати у *P. pallasiana* з відвалів високий рівень цитогенетичних порушень.

Слід зазначити, що, доки немає єдиної загальноприйнятої класифікації цитогенетичних порушень у рослин, основні показники в оцінці генотоксичних ефектів впливу фізичних і хімічних агентів на живі організми — це патології мітозу та хромосомні аберації. Для виникнення останніх необхідні подвійні розриви хромосом (Bryant, 1997). Незважаючи на загальноприйняте використання частот хромосомних аберацій у клітинах живих організмів для оцінки генотоксичних ефектів впливу різних забруднювачів середовища, виникнення цих аномалій у мітозі вивчено ще недостатньо (Harvey et al., 1977; Figueroa, Bass, 2010; He, 2004; Rizina et al., 2008; Stevens et al., 2007).

Мета роботи — встановити спектри та рівень патологій мітозу і відхилень від норми в зовнішній морфоструктурі хромосом у насінневого потомства різновікових рослин *Pinus pallasiana*, що зростають на одному з великих залізорудних відвалів Криворіжжя.

© І.І. КОРШИКОВ, О.В. ЛАПТЄВА, 2012

Об'єкти та методи досліджень

Цитогенетичні порушення — патології мітозу і відхилення від норми в морфоструктурі хромосом вивчали в клітинах апікальної меристеми коренів проростків з насіння *P. pallasiana*, яке збирали з дерев у трьох місцезростаннях м. Кривого Рогу. Перше з них — це 30-річні дерева в дендрарії Криворізького ботанічного саду НАН України (умовний контроль — відсутність забруднення ґрунту важкими металами, але існує вплив токсичних газів Північного гірничо-збагачувального комбінату). Другий локалітет — 35-річне насадження на великому за площею Первомайському залізничному відвалі. Третій — це 8–12-річні рослини насінневого самовідновлення, що ростуть навколо другого насадження. У 2010 р. зібрані шишки з 25 дерев цих насаджень. За контроль брали насіння 30–60-річних дерев із природної популяції *P. pallasiana* Гірського Криму в районі селища Нікіта.

Спектр патологій мітозу і відхилень від норми в морфоструктурі хромосом аналізували на тимчасових препаратах коренів проростків із насіння кожного дерева. Насіння пророщували в чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері в термостаті за температури 23–25° С. Корінці завдовжки 5–10 мм фіксували в ранковий час (до 8-ї години) в оцтовому етанолі (1:3), відтак забарвлювали в 4 %-му розчині ацетоорсеїну. Після потрібної експозиції корені промивали водою і готували давлені препарати за стандартною методикою (Паушева, 1980). За допомогою мікроскопа Carl Zeiss Primo Staz (збільшення 40×10) проводили аналіз клітин, фіксуючи зазначені порушення. Проаналізовано на різних стадіях мітозу 17769 клітин проростків дерев із дендрарію, 18941 — з насаджень на відвалі, 12659 — з молодих рослин самовідновлення на відвалі.

Під час визначення типу цитогенетичних порушень у клітинах проростків *P. pallasiana* використовували наведені в публікаціях їхні описи щодо хвойних (Калаев, 2009; Седельникова, 2005; Калашник, 2008).

Результати досліджень та їх обговорення

У клітинах корінців проростків *P. pallasiana* з дендрарію і молодих рослин відвалу виявлено два типи аномалій мітозу: випередження (рис. 1, а) і запізнення (рис. 1, б). Іще два типи порушень мітозу знайдено в клітинах проростків репродуктивно

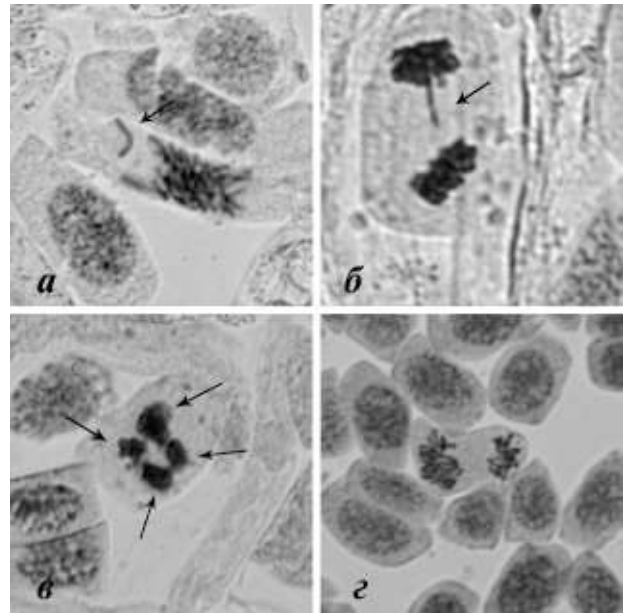


Рис. 1. Патології мітозу в клітинах корінців проростків *Pinus pallasiana*: а — випередження, б — запізнення, в — багатополіосність, г — асиметричний мітоз

Fig. 1. Pathologies of mitosis in the cells of counterfoils of *Pinus pallasiana* shoots: а — passing, б — delay, в — much-pole, г — asymmetric mitosis

активних дерев на відвалі, а саме: багатополіосність (рис. 1, в) й асиметричний мітоз (рис. 1, г). До спектра порушень мітозу в клітинах контрольних проростків природної популяції входили тільки відставання та випередження.

Несиметричне розходження хромосом, багатополіосний мітоз спричинюються пошкодженням веретена розподілу (Буторина и др., 2001). Нерівномірність розподілу хромосом між дочірніми ядрами призводить до генетичної гетерогенності клітинних популяцій і виникнення анеуплоїдії (Дубинин, 1986; Моргун и др., 2011).

У клітинах проростків *P. pallasiana*, вирощених із насіння всіх трьох насаджень Криворіжжя, знайдено чотири типи хромосомних порушень: мости одинарні (рис. 2, а), мости множинні (рис. 2, б), кільцева хромосома (рис. 2, в) й аглютинація (рис. 2, г). За винятком останньої аномалії, всі інші виявлені в проростків рослин природної популяції.

Виникнення мостів може бути наслідком асиметричної транслокації. Одинарні мости з'являються на рівні порушень хроматид, а множинні — на рівні хромосом. Як перші, так і другі мости призводять до порушень синтезу ДНК і РНК і розривів молекули ДНК (Алов, 1972). Мости поділяють на

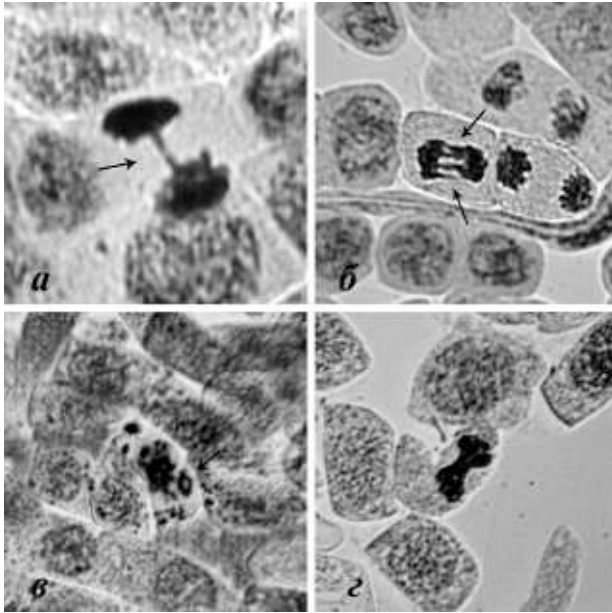


Рис. 2. Відхилення від норми в морфоструктурі хромосом у клітинах корінців проростків *Pinus pallasiana*: а — одинарний міст, б — множинний міст, в — кільцева хромосома, з — аглютинація

Fig. 2. Chromosomal abnormality in the cells of counterfoils of *P. pallasiana* shoots: а — single bridge, б — plural bridge, в — circular chromosome, з — agglutination

два типи: хроматидні та хромосомні. Хроматидні мости — це поодинокі перебудови, пов'язані з ураженням однієї хроматиди, а хромосомні мости — подвійні перебудови, тобто коли в аберацію залучені обидві хроматиди, найчастіше ті, які перехрещуються. «Товщина» мосту ще не свідчить про його хроматидний чи хромосомний характер (Бочков, Демин, Лучник, 1972).

Кільцеві хромосоми — досить нестабільні структури, вони можуть втрачатися в процесі поділу клітин (Дубинин, 1986). Злипання хромосом, або аглютинація, виникають у разі дії мітотичних отрут, що спричиняє утворення неправильної грудочкуватої маси з набубнявілих хромосом, які втрачають правильні форми. Клітини зі склеєними хромосомами часто елімінують, оскільки аглютинація — це нерепарований ефект (Fiskesj, 1995). Усе це свідчить про високу токсичність сполук, які впливають на рослини (Довгалюк, 2001).

Частка патологій мітозу в клітинах корінців проростків у рослин *P. pallasiana* Гірського Криму була дуже низькою — $0,09 \pm 0,03$ %. Порушень мітозу з відхиленням від норми в морфоструктурі хромосом у проростків контрольних рослин зафіксовано

ще менше — $0,04 \pm 0,02$ %. Проростки з насіння *P. pallasiana* дендрарію Криворізького ботанічного саду та молодих рослин із відвалу, що формують перші жіночі шишки, а також з репродуктивно активних старіших дерев на відвалі відрізнялися за кількісними показниками патологій мітозу (таблиця). При цьому на випередження припадало 95 % патологій мітозу в насінні з дендрарію.

У насіння молодих дерев із відвалу цей тип аномалій мітозу становив 81,3 %, а в насінні старіших дерев — 52,6 %. Від 18 до 35 % патологій мітозу насінневого потомства дерев з відвалу припадало на відставання. Загалом порушення мітозу в клітинах проростків близьких за віком репродуктивно активних дерев дендрарію і відвалу були на одному рівні (1,68—1,71 %). Проростки молодих дерев з відвалу порівняно із зазначеними деревами мали на 59,6—62,5 % більше таких аномалій.

Стосовно порушень мітозу з відхиленням від норми в морфоструктурі хромосом, то їхня частка в клітинах корінців проростків рослин із дендрарію становила 42,5 % від загальної кількості цитогенетичних порушень. У насінневого потомства рослин із відвалів цей відсоток дещо вищий у молодих рослин (51,5 %) і значно вищий — у репродуктивно активних дерев (75,9 %). Основна маса хромосомних аномалій у близьких за віком дерев дендрарію і репродуктивно активних дерев відвалу припадає на мости — відповідно 87,9 і 77,3 %. Тим часом у потомства молодих дерев цей тип порушень становить 47,6 %, аглютинація — 52,4 %. Слід зазначити, що аглютинація хромосом у клітинах проростків із рослин відвалу, як і кільцева хромосома, траплялася в 7,5—10 разів частіше, ніж у клітинах проростків насіння з дендрарію.

Загалом цитогенетичних порушень у клітин корінців проростків молодих і репродуктивно активних дерев із відвалу було в 1,9—2,4 раза більше, ніж у рослин Криворізького ботанічного саду. Однозначно можна стверджувати, що забруднення породи відвалу важкими, рідкісноземельними металами індукує в насінневого потомства *P. pallasiana* розвиток таких патологій мітозу клітин, як запізнення, аглютинація і кільцева хромосома. Між різновіковими рослинами, що зростають на відвалі, простежуються вікові відмінності в спектрах патологій мітозу клітин. У молодих рослин самовідновлення, що тільки вступають у репродуктивну фазу розвитку, головні типи порушень — це випередження (39,4 %), аглютинація (27 %) і мости

Спектр і частка цитогенетичних аномалій на стадії ана- і телофази в клітинах корінців проростків насінневого потомства *Pinus pallasiana* із дендрарію Криворізького ботанічного саду НАН України та різновікових насаджень на Первомайському залізорудному відвалі

Тип порушень	Ботанічний сад (умовний контроль)		Первомайський відвал			
	середньовікові рослини, g ₂		молоді рослини, g ₁		середньовікові рослини, g ₂	
	аномальні клітини					
	кількість, шт.	частка, %, M±m	кількість, шт.	частка, %, M±m	кількість, шт.	частка, %, M±m
Патології мітозу						
Випередження	285	1,60±0,09	282	2,22±0,11*	172	0,90±0,07**
Запізнення	14	0,08±0,02	62	0,49±0,05**	114	0,60±0,06**
Багатополіосність	—	—	—	—	12	0,06±0,01
Асиметричний мітоз	3	0,02±0,01	3	0,02±0,01	28	0,15±0,03*
Загальна кількість патологій мітозу	302	1,68±0,08	347	2,73±0,09**	326	1,71±0,08
Порушення мітозу з відхиленням від норми в морфоструктурі хромосом						
Мости одинарні	116	0,65±0,06	96	0,76±0,06	391	2,06±0,10**
Мости множинні	78	0,44±0,05	65	0,52±0,05	397	2,10±0,10***
Аглотинація	26	0,15±0,03	193	1,52±0,09***	212	1,12±0,08**
Кільцеві хромосоми	2	0,01±0,01	13	0,10±0,02*	19	0,10±0,02*
Загальна кількість порушень у морфоструктурі хромосом	222	1,24±0,11	367	2,90±0,20**	1019	5,38±0,24***
Загальна кількість цитогенетичних порушень	524	2,92±0,13	714	5,63±0,20**	1345	7,09±0,19***

Примітка: розбіжності достовірні стосовно умовного контролю за критерієм Стьюдента при * — P < 0,05; ** — P < 0,01; P < 0,001.

(22,7 %). У середньовікових репродуктивно активних дерев на відвалі основні цитогенетичні порушення в клітинах проростків їхнього насіння такі: мости (58,7 %), аглотинація (15,8 %), випередження (12,7 %).

Слід зазначити, що в подібних дослідженнях проростків із насіння *P. pallasiana*, зібраного в природній популяції біля смт Нікіта в Гірському Криму, рівень цитогенетичних порушень був усього 0,13 % (Ткачева, Коршиков, Лаптева, 2011). Тобто рівень цитогенетичних аномалій у насінневого потомства дендрарію в 22,5 раза більший, аніж у клітинах проростків насіння рослин із Гірського Криму. В молодих і рослин старшого віку з відвалу ці перевищення становили 43,3 і 54,5 раза відповідно. Високий рівень таких порушень у рослин ботанічного саду можна пояснити тим, що дендрарій розташований у зоні розповсюдження викидів Північного гірничо-збагачувального комбінату, а це не тільки токсичні гази, а й аерозолі важких металів. Саме вони можуть бути головними індукторами цитогенетичних порушень у проростків *P. pallasiana*. Однак, як свідчать наші порівняльні

дослідження, забруднення едафотопу важкими металами є більш ушкоджувальним чинником, що спричинює цитогенетичні аномалії насіння *P. pallasiana*, ніж аеротехногенні викиди. В дослідженнях патології мітозу і хромосомних аберацій у насінневого потомства чотирьох видів хвойних на Південному Уралі показано значні відмінності в спектрі та рівні цих аномалій (в рази) як у кожного виду в різних за станом забруднення середовищах, так і між окремими видами. Так, у *Pinus sylvestris* L. у різних екоотопах (промислові міста, окремі підприємства гірничої та кольорової металургії, енергетики та ін.) загальний рівень цитогенетичних патологій варіював від 1,40 до 19,88 %, у *Picea obovata* Eegeb. — 2,6—6,8 %, у *Larix sukaczewii* Dylys — 4,0—8,6 %, у *Abies sibirica* Ledeb. — 4,34—8,10 %. Головними складовими патологій мітозу клітин цих чотирьох видів були випередження і запізнення, а хромосомних аберацій — мости та фрагменти. Такі патології, як кільцева хромосома та багатополіосність, що відзначені в *P. pallasiana* з Криворіжжя, траплялися зрідка (Калашник, 2008). Хроматидні та хромосомні мости, фрагменти, багатополіосні

мітози, запізнення хромосом зафіксовано в клітинах проростків *Pinus sylvestris*, яка зростала поблизу підприємства, де зберігалися радіоактивні відходи. Впродовж шестирічного моніторингу загальний рівень цитогенетичних аномалій становив 1,53–2,28 %, зростаючи від перших до останніх років спостережень, тобто пропорційно посиленню впливу радіації (Гераскин и др., 2005). Цитогенетичні аномалії, що фіксуються анафазним методом у клітинах кореневої меристеми проростків деревних порід, виникають у період від утворення гамет до формування зрілого насіння. Каріологічні дослідження меристем хвоїнок *Picea obovata* в умовах антропогенно забрудненого середовища м. Красноярська і природної популяції далеко за його межами показали, що тільки в міських насадженнях є дерева з 1–2 додатковими хромосомами (Владимирова, Муратова, 2005).

Усі типи хромосомних аберацій розглядають як єдиний феномен, оскільки їхньою спільною основою є одно- і дволанцюгові розриви ДНК (Braun, 1997). Однак різні типи хромосомних аберацій виникають як наслідок різної кількості молекулярно-генетичних подій у різних ділянках хромосом, що мають свої структурно-функціональні особливості. Окремі хромосоми одного каріотипу можуть суттєво відрізнятися одна від одної за частотою утворення хромосомних аберацій (Richardson et al., 1998). Виникнення хромосомних аберацій залежить від генотипових особливостей індивіда, зокрема від генів, що контролюють функціональну активність білків, котрі забезпечують пакування первинних послідовностей ДНК (Morgan et al., 1998). До появи хромосомних аберацій призводить порушення цілісності плазматичних мембран клітини та зміна їхніх фізико-хімічних властивостей (Wojcik et al., 1996).

Висновки

Таким чином, у клітинах кореневої меристеми проростків із насіння *P. pallasiana*, що зростає на залізничному відвалі Криворіжжя, відзначено високий рівень цитогенетичних порушень — патології мітозу і відхилень від норми в морфоструктурі хромосом: він у 1,9–2,4 рази вищий, аніж у клітинах проростків дерев дендрарію Криворізького ботанічного саду. При цьому в близьких за віком дерев (30–35 років) дендрарію і відвалу спектр патології відрізнявся, що може свідчити про різний вплив техногенно забрудненого середовища. У клітинах

проростків із дендрарію дещо частіше траплялися патології мітозу, а в рослин із відвалу вочевидь переважали порушення мітозу з відхиленням від норми в морфоструктурі хромосом. Рівень двох зазначених типів патології мітозу в клітинах проростків молодих рослин самовідновлення навколо насаджень *P. pallasiana* на відвалі був майже однаковим. Тобто в спектрі цитогенетичних порушень у потомства рослин, що тільки вступають у репродуктивну фазу, і тих, які за віком досягли високої репродуктивної здатності, простежуються відмінності. Все це потрібно враховувати, використовуючи *P. pallasiana* як тест-об'єкт для цитогенетичного моніторингу стану забруднення довкілля. Загалом *P. pallasiana* є для цього чутливим видом, оскільки рівень цитогенетичних порушень у насінні з насаджень Криворіжжя був у десятки разів вищим, аніж у насінні з природної популяції Гірського Криму.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Алов И.А. Цитофизиология и патология митоза. — М.: Медицина, 1972. — 263 с.
- Бочков Н.П., Демин Н.В., Лучник Л.В. Классификация и методы учета хромосомных aberrаций в соматических клетках // Генетика. — 1972. — 8, № 5. — С. 133–142.
- Бутурин А.К., Калаев В.Н., Вострикова Т.В., Мягкова О.Е. Цитогенетическая характеристика семенного потомства некоторых видов древесных растений в условиях антропогенного загрязнения г. Воронежа // Цитология. — 2000. — 42, № 2. — С. 196–200.
- Бутурин А.К., Калаев В.Н., Миронов А.Н., Смородинова В.А., Мазурова И.Э., Дорошев С.А., Сенькевич Е.В. Цитогенетическая изменчивость в популяциях сосны обыкновенной // Экология. — 2001. — № 3. — С. 216–220.
- Владимирова О.С., Муратова Е.Н. Каріологіческие особенности ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в условиях антропогенного загрязнения г. Красноярск // Экологическая генетика. — 2005. — 3, № 1. — С. 18–23.
- Гераскин С.А., Васильев Д.В., Дикарев В.Г., Удалова А.А., Евсеева Т.И., Дикарева Н.С., Зимин В.Л. Оценка методами биоиндикации техногенного воздействия на популяции *Pinus sylvestris* L. в районе предприятия по хранению радиоактивных отходов // Экология. — 2005. — № 4. — С. 275–285.
- Довгалюк А.И., Калинян Т.Б., Блюм Я.Б. Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука // Цитология и генетика. — 2001. — № 1. — С. 3–9.
- Дубинин Н.П. Общая генетика. — М.: Наука, 1986. — 560 с.
- Калаев В.Н. Цитогенетические реакции лиственных древесных растений на стрессовые условия и перспективы их использования для оценки генотоксичности окружающей среды: Афтореф. дис... д-ра биол. наук. — Воронеж, 2009. — 46 с.

Калашиник Н.А. Хромосомные нарушения как индикатор оценки степени техногенного воздействия на хвойные насаждения // Экология. — 2008. — № 4. — С. 276—286.

Коршиков И.И., Терлыга Н.С., Бычков С.А. Популяционно-генетические проблемы дендротехногенной интродукции (на примере сосны крымской).— Донецк: ООО «Лебедь», 2002. — 328 с.

Моргун В.В., Ларченко Е.А., Костяновский Р.Г., Катеринчук А.М. Хиральные мутагены: цитогенетические эффекты на высших растениях // Цитология и генетика. — 2011. — № 4. — С. 36—43.

Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. — М.: Колос, 1980. — 304 с.

Седелникова Т.С., Пименов А.В. Кариологическое изучение болотной и суходольной популяций *Larix sibirica* (Pinaceae) из Западной Сибири // Ботан. журн. — 2005. — 90, № 4. — С. 582—593.

Ткачова Ю.О., Коршиков И.И., Лантева О.В. Цитогенетичні порушення у проростків сосни кримської (*Pinus pallasiana* D. Don) деревостанів Гірського Криму та Криворіжжя // Мат-ли XIII з'їзду Укр. ботан. тов-ва (19—23 вересня 2011 р., м. Львів). — Львів, 2011. — С. 464.

Bryant P.E. DNA damage, repair and chromosomal damage // Int. J. Radiat. Biol. — 1997. — 71. — P. 675—680.

Figueroa D.M., Bass H.W. A historical and modern perspective on plant cytogenetics // Briefings in functional genomic. — 2010. — 9(2). — P. 95—102.

Fiskesj G. Allium test // Methods in Molecular Biology — 43 // In Vitro Toxicity Testing Protocols / Ed. S. O'Hare and C.K. Atterwill. — Totowa, NJ: Copyright Humana Press Inc., 1995. — P. 119—127.

Harvey A.N., Costa N.D., Savage J.R., Thacker J. Chromosomal aberrations induced by defined DNA doublestrand breaks: the origin of achromatic lesions // Somat. Cell Mol. Genet. — 1997. — 23. — P. 211—219.

He Z., Li J., Cai Q., Li X., Huang H. Cytogenetic studies on *Metasequoia glyptostroboides*, a living fossil species // Genetica. — 2004. — 122. — P. 269—276.

Morgan W.F., Corcoran J., Hartmann A., Kapian M.I., Limoli C.L., Ponnaiya B. DNA doublestrand breaks, chromosomal rearrangements, and genomic instability // Mutat. Res. — 1998. — 404. — P. 125—128.

Richardson C., Moynahan M.E., Jasin M. Doublestrand break repair by interchromosomal recombination: suppression of chromosomal translocations // Genes. Dev. — 1998. — 15. — P. 3831—3842.

Puizina J., Sviben T., Krajacic-Sokol I., Zoldos-Pecnik V., Siljak-Yakovlev S., Papes D., Besendorfer V. Cytogenetic and molecular characterization of the *Abies alba* genome and its relationship with other members of the Pinaceae // Plant Biol. — 2008. — 10 (2). — P. 256—267.

Stevens J.B., Liu G., Bremer S.W., Ye K.J., Xu W., Xu J., Sun Y., Wu G.S., Savasan S., Krawetz S.A., Ye C.J., Heng H.H.Q. Mitotic cell death by chromosome fragmentation // Cancer Res. — 2007. — 67(16). — P. 7686—7694.

Wojcik A., Bonk K., Muller W.U., Obe G., Streffer C. Do DNA doublestrand breaks induced by Alu lead to development of novel aberrations in the second and third posttreatment mitoses? // Radiat. Res. — 1996. — 145. — P. 19—27.

Рекомендує до друку Надійшла 15.03.2012 р.
Є.Л. Кордом

И.И. Коршиков¹, Е.В. Лантева²

¹Донецкий ботанический сад НАН Украины
²Криворожский ботанический сад НАН Украины

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В КЛЕТКАХ ПРОРОСТКОВ *PINUS PALLASIANA* D. DON (*PINACEAE*) ИЗ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ОТВАЛА КРИВОРОЖЬЯ

Изучен спектр патологий митоза и хромосомных aberrаций в клетках корневой меристемы проростков *Pinus pallasiana* D. Don из дендрария Криворожского ботанического сада НАН Украины и насаждений на железорудном отвале. Общий уровень цитогенетических нарушений составил: 2,92 % — деревья из дендрария; 7,09 % — деревья на отвале, достигшие репродуктивно активного возраста (30—35 лет), 5,63 % — молодые деревья на отвале, вступающие в репродуктивную фазу развития (7—12 лет). В клетках корешков проростков из дендрария преобладали патологии митоза, а у семян растений того же возраста с отвала доминировали аномалии в морфоструктуре хромосом. *P. pallasiana* вполне пригодный вид для цитогенетического мониторинга загрязненности среды в этом промышленном регионе степной зоны Украины.

Ключевые слова: *Pinus pallasiana*, патологии митоза, семена, железорудный отвал, Криворожье.

I.I. Korshikov¹, O.V. Lapteva²

¹Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

²Krivoy Rog Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine

CYTOGENETIC ABNORMALITIES OF THE *PINUS PALLASIANA* D. DON. (*PINACEAE*) SEED GERMINATION ON IRON-ORE DUMP IN KRIVROY ROG REGION

A spectrum of mitosis pathologies and chromosomal aberrations in the cells of root meristem of the *Pinus pallasiana* D. Don shoots from arboretum of the Krivoy Rog Botanical Garden and plantation on the iron-ore dump was studied. The general level of cytogenetic violations was as follows: 2.92 % — arboretum; 7.09 % — trees of active genetical age (30—35 years) on dump, 5.63 % — young trees entering reproductive age (7—12 years) on dump. In the seeds from arboretum, pathologies of mitosis prevailed while in the seeds of plants of the same age from dump the chromosomal abnormalities obviously dominated. In this industrial region of the steppe area in Ukraine, *P. pallasiana* is fully appropriate species for cytogenetic monitoring of environmental pollution.

Key words: *Pinus pallasiana*, pathologies of mitosis, chromosomal abnormality, seeds, iron-ore dump, Krivoy Rog region.