

УДК 542.1.043-1-341.31.27

Вишенська І. Г., Сом О. В.

БІОІНДИКАЦІЯ РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЙ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ СТЕРИЛЬНОСТІ ПИЛКУ

Проведено порівняльне дослідження стерильності пилку дикорослої рослини Erigeron podolicus Bess., зібраної на ділянках зони відчуження ЧАЕС, що розрізняються за рівнем радіоактивного забруднення. Отримані результати свідчать про значне перевищення частки стерильного пилку у рослин із забруднених ділянок. Висновується можливість використання стерильності пилку як одного з біоіндикаційних показників радіоактивного забруднення територій.

Аварія на Чорнобильській АЕС спричинила мозаїчне радіоактивне забруднення територій, яке зберігатиметься ще тривалий час, що робить актуальним питання постійного моніторингу таких територій; крім того необхідна організація системи радіаційного моніторингу ґрунтово-рослинного покриву в зонах діючих АЕС.

Одним із сучасних підходів моніторингу є біоіндикація [3, 4, 6].

Біоіндикація — це виявлення і визначення екологічно впливових антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів та їхніх спільнот. Це повною мірою стосується і всіх радіоактивних забруднень [2].

Перевага біоіндикації полягає в тому, що вона дозволяє в ряді випадків виключити трудомісткі роботи з відбору, підготовки та аналізу великих об'ємів компонент екосистем з низьким вмістом у них радіонуклідів. Рослинні об'єкти-індикатори в умовах хронічних навантажень можуть реагувати навіть на відносно слабкі навантаження внаслідок ефекту кумуляції дози, фіксують швидкість змін у навколишньому середовищі та розкривають тенденції розвитку середовища. Біологічні індикатори дозволяють судити про ступінь негативного впливу радіоактивного забруднення для живої природи і для людини.

Важливо зазначити, що реакції рослин на несприятливі фактори не є суворо специфічними, різні фактори можуть викликати однакові реакції. Тому біоіндикація радіоактивного забруднення за допомогою рослин має включати комплекс досліджень, що проводяться на різних рівнях організації організмів — від клітини, органу чи окремого організму до ценозу. На кожному рівні є "критичні" елементи, які можуть стати об'єктами моніторингу.

В онтогенезі рослин найменшою радіостійкістю позначені етапи морфогенезу, пов'язані із закладенням генеративних органів. Дози опромінення, що викликають у цей період пошкодження спо-

рогенної тканини, значно нижчі за ті, що можуть викликати ураження апікальних меристем. Тому втрата фертильності рослинами, яка виявляється у появі стерильних генеративних органів, не обов'язково супроводжується сильним гальмуванням росту рослин. Дози, що викликають стерильність частини популяції рослин або частини генеративних органів однієї рослини, часто оцінюють, використовуючи не показник ступеня стерильності, а показники продуктивності, наприклад, число зернівок на одну рослину, кількість насіння тощо [1, 2].

Характерно, що в умовах хронічної дії забруднюючих речовин у відносно малих концентраціях викликані ними екологічні наслідки, зокрема зниження первинної продуктивності та інші негативні ефекти, можуть проявлятися не одразу, а через тривалий час, іноді через декілька років. Для прогнозу цих наслідків та їх своєчасного попередження можуть використовуватися чутливіші біометричні показники — кількість пилку та сім'я, стерильність пилку, частота порушень хромосом у клітинах меристеми, фракційний склад білків рослинних тканин та інші, що є зручними індикаторами [8].

Рослини протягом свого життєвого циклу змінюють свою чутливість до іонізуючої радіації, у них є "критичні" органи і тканини, особливо чутливі до опромінення (пилки, генеративні органи, кореневі волоски, бруньки, клітини на верхівках пагонів та коріння тощо) [7]. Репродуктивні органи рослин чутливіші до опромінення, ніж рослина в цілому. Але дуже часто при гострому опроміненні питання про відносну стійкість генеративних органів не виникає: рослини гинуть за таких самих дозових навантажень, що й генеративні тканини у найбільш радіочутливій стадії мейозу.

Матеріали і методи

Об'єктом досліджень були квітки дикорослої рослини — злинки подільської *Erigeron podolicus* Bess., зібрані в тридцятикілометровій зоні відчу-

ження Чорнобильської АЕС на ділянках з різним рівнем радіаційного забруднення. Контрольні зразки збирали на ділянках з низьким рівнем радіаційного фону — 10 мкР/год в районі м. Чорнобиля. Дослідні — на ділянках з високим фоном — 40 мР/год (зумовленим переважно вмістом ^{90}Sr) в районі селища Янів. Для досліджень збирали по 5 зразків.

Визначення фертильності пилкових зерен проводили йодним методом. В основі цього методу лежить визначення крохмалю за йодною реакцією. Йодний розчин готували за рецептом Грама: 2 грами йодиду калію розчиняли у 5 мл дистильованої води при нагріванні. Потім у розчин додавали 1 грам металічного йоду, доводили до 300 мл і зберігали у склянці з оранжевого скла.

Стиглий пиляк розкривали двома голками на предметному склі, змочували йодним розчином і, видаливши залишкові тканини, накривали покривним скельцем. Під мікроскопом можна легко відрізнити фертильний пилко від стерильного за темно-фіолетовим (майже чорним) забарвленням. Стерильні пилкові зерна залишаються незабарвленими, бо не містять крохмалю або мають лише його сліди [5].

Результати й обговорення

Проведені дослідження показали, що у контрольних рослин *E. podolicus* частка стерильного пилку коливалась від 2,4 % до 4,2 % і в середньому становила $3,3 \pm 0,16\%$ (табл. 1). У рослин, що росли в умовах хронічного опромінення, частка стерильного пилку коливалась від 10 % до 12,5 % і в середньому становила $11,3 \pm 0,6\%$ (табл. 2).

Результати дослідження контрольного та дослідного зразків злинок подольської представлені також на діаграмах (рис. 1, 2).

Порівняння відсотка стерильних пилкових зерен у контролі та у зразку з с. Янів виявили суттєве збільшення частки стерильного пилку в рослин, що підпадали дії хронічного опромінення (рис. 3). Відмінність була достовірною за критерієм Стюдента ($P = 0,05$)

Таблиця 1. Стерильність пилкових зерен *Erigeron podolicus* Bess. (м. Чорнобиль, контроль)

№ досліджу	Кількість стерильних пилкових зерен	Кількість фертильних пилкових зерен	Загальна кількість пилкових зерен	Частка стерильних пилкових зерен
1	21	816	855	0,024
2	38	852	891	0,042
3	25	694	719	0,034
4	23	785	817	0,028
5	30	803	783	0,037
Середня частка стерильних пилкових зерен				$0,033 \pm 0,0016$

Таблиця 2. Стерильність пилкових зерен *Erigeron podolicus* Bess. (с. Янів, дослід)

№ досліджу	Кількість стерильних пилкових зерен	Кількість фертильних пилкових зерен	Загальна кількість пилкових зерен	Частка стерильних пилкових зерен
1	95	714	809	0,117
2	86	697	783	0,11
3	102	788	890	0,115
4	92	646	784	0,125
5	80	713	793	0,1
Середня частка стерильних пилкових зерен				$0,113 \pm 0,006$

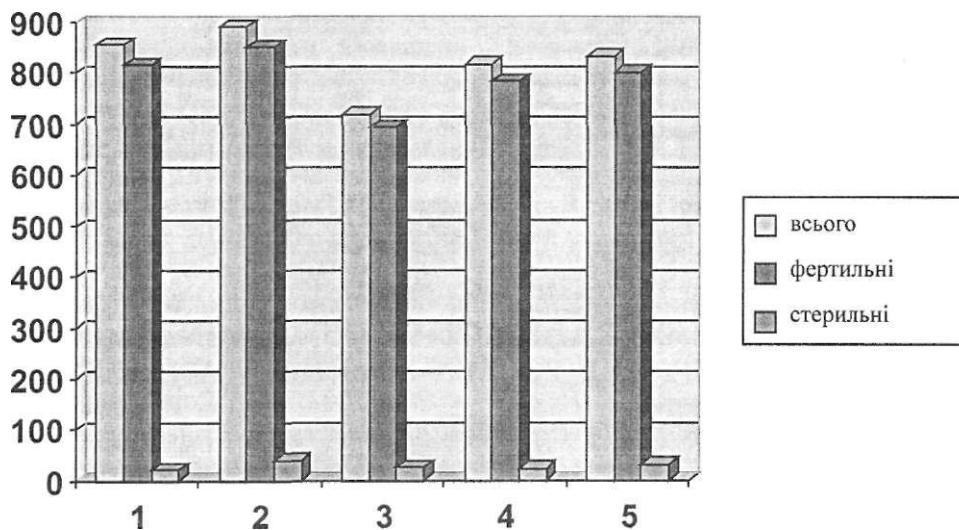


Рис. 1. Фертильність пилкових зерен контрольного зразка злинок подольської *Erigeron podolicus* Bess. По осі ординат наведено кількість проаналізованих пилкових зерен, а по осі абсцис — номер зразка

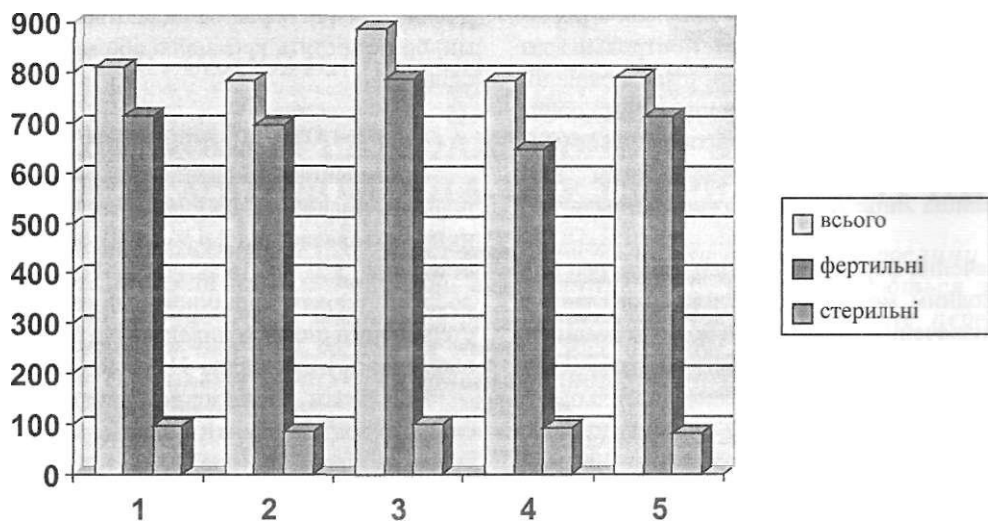


Рис. 2. Фертильність пилкових зерен дослідного зразка злики подільської *Erigeron podolicus* Bess, з с. Янів. По осі ординат наведено кількість проаналізованих пилкових зерен, а по осі абсцис — номер зразка

Отримані результати свідчать про збільшення у 3,4 рази відсотка стерильного пилку в рослин *E. podolicus*, що росли в умовах постійного опромінення.

Таким чином, можна говорити про можливість використання аналізу стерильності пилку дикорослих рослин для біоіндикації негативних умов середовища і, зокрема, підвищеного рівня радіоактивного забруднення природних екосистем.

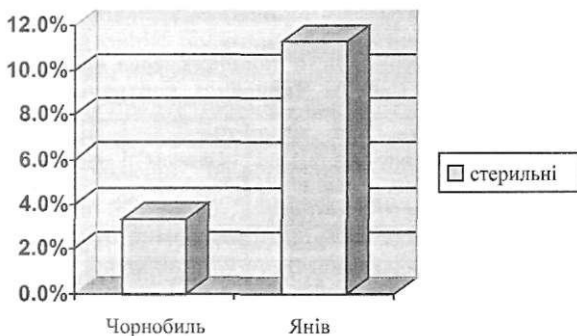


Рис. 3. Порівняння відсотка стерильних пилкових зерен у контролі та зразка з с. Янів

1. Гродзинский Д. М. Радиобиология растений.— К.: Наук. думка, 1989.—384 с.
2. Криволицкий Д. А., Тихомиров Ф. А. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз.— М.: Наука, 1988.— 239с.
3. Мовчан Я. И., Каневский В. А. Фитоиндикация в дистанционных исследованиях.— К.: Наукова думка, 1993.— 307 с.
4. Растения и состояние окружающей среды (под ред. Н. П. Белова).— М: Знание, 1990.— 95 с.
5. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений.— М.: Агропромиздат.— 1988.— 211 с.

6. De Serres, F. J. Higher plants as effective monitors of environmental mutagens // Mutation Research.— 1992.— V. 207.— P. 1—6.
7. Micieta, K., Murin, A. Microspore analysis for genotoxicity of polluted environment // Environmental and Experimental Botany.— 1996.— V. 36 (1).— P. 21—27.
8. Murin, G., Micieta, K. Pollen grains as an indicators of environmental stress // Plant Ontogenesis in Natural and Transformed Environments.— 1998.—P. 271—273.

Vyshenska I. G., Som O. V.

BIOINDICATION OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF TERRITORIES BY THE POLLEN STERILITY ANALYSIS

*The comparative study of pollen sterility of wild specie *Erigeron podolicus* Bess., gathered in 30 km zone of Chernobyl Atomic Station with different levels of radioactive contamination has been provided. Received data shows the significant increasing of pollen sterility on contaminated divisions. Thus, pollen sterility may be considered as one of bioindicators of radioactive contamination of territories.*