

УДК 582.542.11(581.143.3:632.118.3)(285)

А. А. ЯВНЮК¹, Н. Л. ШЕВЦОВА², Д. І. ГУДКОВ²

¹Національний авіаційний університет
просп. Космонавта Комарова, м. Київ, 1, 03680

²Інститут гідробіології НАН України
просп. Героїв Сталінграду, м. Київ, 12, 04210

АНОМАЛІЇ ПАРОСТКІВ ОЧЕРЕТУ ЗВИЧАЙНОГО У ВОДОЙМАХ З РІЗНИМ РІВНЕМ РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

В роботі представлено результати дослідження аномалій насінневого потомства очерету звичайного, батьківські рослини якого зазнали хронічного впливу йонізуючого випромінювання у водоймах Чорнобильської зони відчуження. Встановлено зниження аномальності раннього онтогенезу очерету звичайного при збільшенні тривалості латентного періоду.

Ключові слова: аномалії паростків насіння, очерет звичайний, хронічне йонізуюче випромінювання, Чорнобильська зона відчуження

Вивчення наслідків радіонуклідного забруднення наземних і водних екосистем та можливих радіаційних ризиків для представників біоти на різних рівнях організації, в умовах триваючого розвитку ядерної енергетики не втрачає своєї актуальності. Сучасна радіоекологічна обстановка в світі вимагає подальшого вдосконалення існуючих та розробки принципово нових методів прогнозу та запобігання негативного впливу йонізуючого випромінювання на організми. Різноманітні аномалії, що з'являються на ранніх стадіях індивідуального розвитку представників біоти за умов хронічного впливу йонізуючого випромінювання є джерелом важливої інформації про тератологічні зміни в популяціях, що населяють забруднені радіонуклідами території. Зручним об'єктом для оцінки якості природного середовища є вищі рослини [1, 2, 4-7]. Для дослідження порушень раннього онтогенезу вищих рослин зазвичай використовують насінневий матеріал, оскільки у стані спокою накопичені у насінні зміни знаходяться в прихованому стані та проявляються лише при проростанні. Пророщення насіння у стандартизованих лабораторних умовах виключає вплив сторонніх факторів та виявляє рівень радіаційних ушкоджень, що зазнала рослина у природних умовах [2]. Порушення раннього онтогенезу вищих наземних рослин за умов впливу йонізуючого випромінювання розглянуто в багатьох роботах [3-15], але вищі водні рослини, які населяють прісні водойми, у цьому відношенні вивчені недостатньо.

Метою дослідження було виявити та дослідити аномальність насінневого потомства очерету звичайного *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud у градієнті радіонуклідного забруднення водойм, після проходження короткого та тривалого періоду спокою.

Матеріал і методи досліджень

При виконанні досліджень використовували метод розрахунку загальної потужності поглиненої дози за рахунок внутрішнього опромінювання та з урахуванням даних питомої активності ¹³⁷Cs та ⁹⁰Sr у водному середовищі [16], метод пророщування насіння в лабораторних умовах та визначення показників аномального розвитку паростків [2], стандартні методи статистичної обробки даних [17, 18] та методи математичної обробки отриманих результатів досліджень за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

Волоті очерету відбирали восени наприкінці вегетації рослин з водойм в межах Чорнобильської зони відчуження: озер Глибоке, Далекє, Азбучин, Янівського затону, а також водойми-охолодника (ВО) ЧАЕС. Контрольними водоймами слугували Київське водосховище (поблизу с. Лютиж) та оз. Вербне (м. Київ) з фоновими рівнями радіонуклідного забруднення.

Проведено серію дослідів з пророщування насіння очерету звичайного, що пройшло короткий (20-30 діб) та тривалий (120-160 діб) періоди спокою. Насіння пророщували в лабораторних умовах у чашках Петрі на стелажі з освітленням 5-10 кЛк за температури 20-22°C та з обов'язковим дотриманням умов рандомізації протягом 26 та 21-ї доби відповідно.

Досліджено такі групи аномалій життєздатних паростків, що не викликали загибелі насінневого потомства: хлорофільні аномалії, порушення геотропізму та порушення органогенезу. Окремо досліджували некрози коренів, що спричиняли загибель паростків. До групи

хлорофільних або пігментних аномалій відносили паростки з безхлорофільним (білим) листям. Для паростків зернівок очерету з порушеннями геотропізму була характерна «скрученість» зародкових коренів та/або зародкового та першого справжнього листа. До порушень органогенезу відносили паростки з розвиненим листям без кореня, паростки з кількома коренями, що мали спільну точку росту та паростки з додатковими коренями, що росли з колеоптиля. Кількість даних порушень визначали як частку аномальних паростків від життєздатних. Інший тип порушень, який часто зустрічався – некроз (відмирання) кореня у паростків. Даний показник розраховували як частку паростків з відмерлими коренями від схожих зернівок. Показники життєздатності, росту паростків та їх аномалії визначали за допомогою бінокюляру марки МБС-9 при збільшенні 8x2.

Результати досліджень та їх обговорення

Проведені дослідження показали, що найвища частка аномалій розвитку життєздатних паростків спостерігалася у насінневого потомства очерету звичайного з найбільш забруднених водойм Чорнобильської зони відчуження, у випадку короткого періоду спокою (рис. 1, 2).

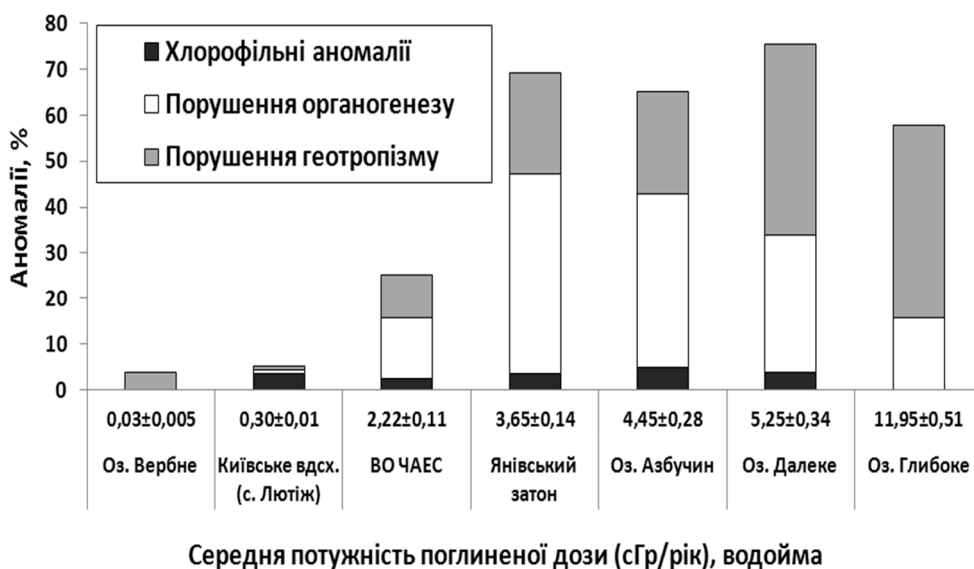


Рис. 1. Аномалії паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після короткого періоду спокою

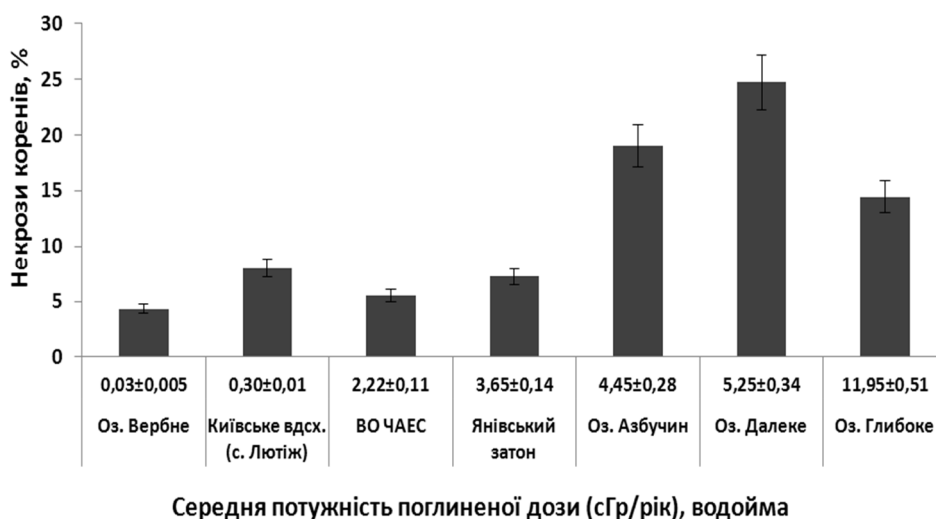
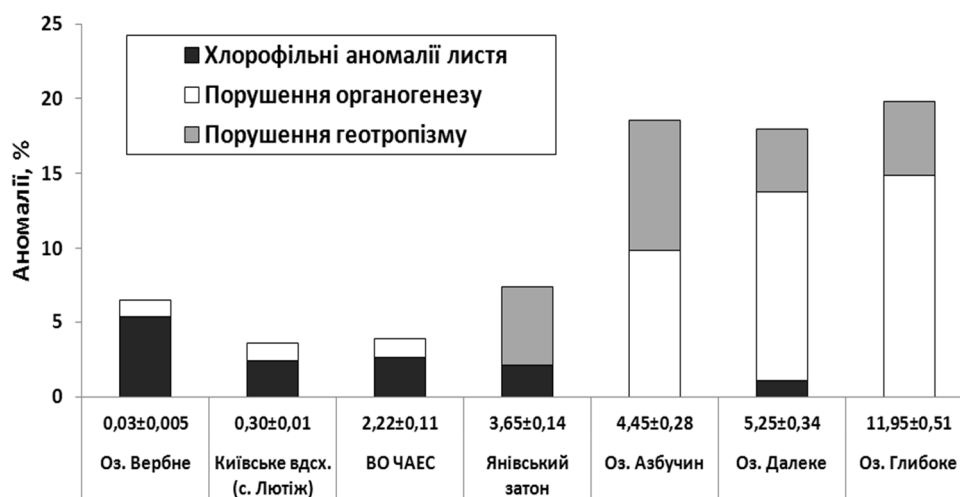


Рис. 2. Некрози коренів паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після короткого періоду спокою

Частка порушень геотропізму та органогенезу у паростків з полігонних водойм становила 42 та 44%, відповідно, у паростків насіння рослин з фонових вибірок – не перевищувала 5% загальної

кількості аномалій. Кількість некрозів коренів (рис 2) у паростків з полігонних водойм наближалась до 25%, що є вищим показником порівняно з фоновими вибірками, де цей показник не перевищував 8%.

Результати дослідження аномалій насінневого потомства очерету звичайного, що пройшло тривалий період спокою, наведено на рис. 3, 4.



Середня потужність поглиненої дози (сГр/рік), водойма

Рис. 3. Аномалії паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після тривалого періоду спокою

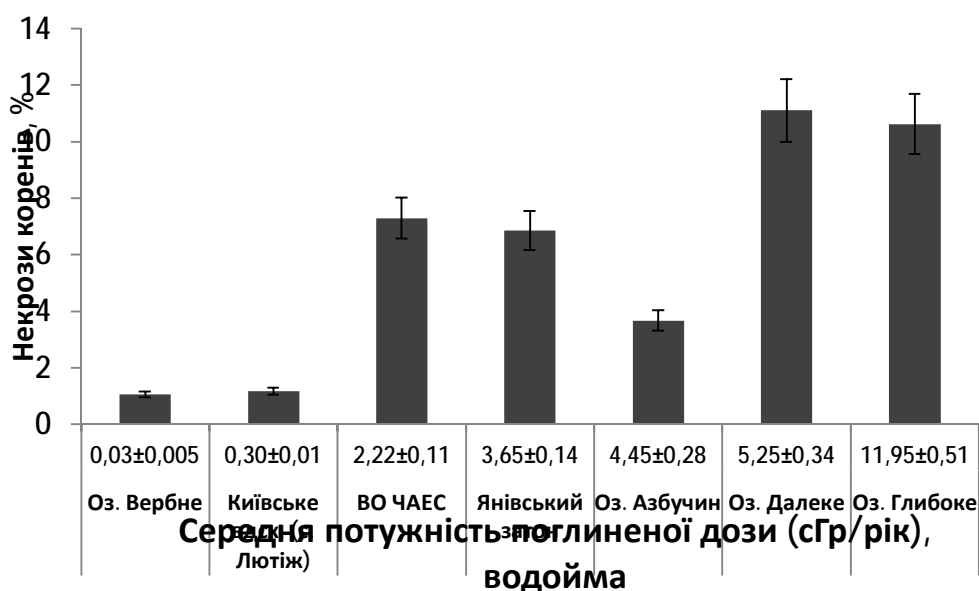


Рис. 4. Некрози коренів паростків очерету звичайного з водойм Чорнобильської зони відчуження після тривалого періоду спокою

Порівняльний аналіз аномалій розвитку паростків очерету звичайного при пророщуванні насіння, що пройшло короткий та тривалий період спокою, показав зменшення кількості аномальних паростків при збільшенні тривалості латентного періоду. Кількість порушень, включаючи хлорофільні аномалії листя, порушення органогенезу та геотропізму у насінневого потомства, після тривалого латентного періоду в середньому зменшилася на 50%, а кількість некрозів коренів – на 13%.

Висновки

Отже, насіннєве потомство очерету звичайного, батьківські рослини якого зростали в умовах хронічного йонізуючого опромінення у межах Чорнобильської зони відчуження, після

проходження тривалого періоду спокою характеризувалося зниженням аномальності онтогенетичного розвитку у порівнянні з коротким.

Експериментально підтверджене зниження кількості життєздатних аномальних паростків на 50% та некрозів кореня на 13% дозволяє зробити припущення про відновлювальну дію механізмів репарації генетичних ушкоджень за умов довготривалого періоду спокою насінневого потомства вищих водних рослин, які зазнали хронічного радіаційного впливу.

Комплекс показників частоти та основних типів аномалій раннього онтогенезу очерету звичайного може бути рекомендований до розгляду при оптимізації системи радіоекологічного моніторингу забруднених радіонуклідами водойм з використанням біоіндикаторів, а також при більш поглибленому дослідженні впливу підприємств атомної енергетики на довкілля.

1. Гераськин А. С. Биологические эффекты хронического облучения в популяциях растений / [С.А. Гераськин, А. А. Удалова, Н. С. Дикарева та ін.] // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2010. — Т. 50, № 4. — С. 374—382.
2. Гераськин, А. С. Воздействие аварийного выброса Чернобыльской АЭС на природу / С. А. Гераськин, С. В. Фесенко, Р. М. Алексахин // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2006. — Т. 46, № 2. — С. 178—188.
3. Гродзинский Д. М. Адаптивная стратегия физиологических процессов растений / Д. М. Гродзинский. — К.: Наук. думка. — 2013. — 301 с.
4. Гродзинський Д. М. Радіобіологічні ефекти хронічного опромінення рослин в зоні впливу Чорнобильської катастрофи / Д. М. Гродзинський. — К.: Наук думка. — 2008. — 335 с.
5. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. — М.: Статистика, 1976. — 530 с.
6. Калам Ю. Хлорофильная мутация / Ю. Калам, Т. Орав. — Таллинн: Валгус. — 1974. — 60 с.
7. Козиненко И. И. Природные популяции животных в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС: комплексный биомониторинг гомеостаза. Радиоекологические исследования в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (к 20-летию аварии на Чернобыльской АЭС) / И. И. Козиненко, В. М. Титар, В. Б. Шуваиков // Труды Коми НЦ УрО РАН. — Сыктывкар, 2006. — № 180. — С. 48—68.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия: учеб. пособ. [для студ. биол. спец. вузов] / Г. Ф. Лакин. — М.: Высш. шк., 1990. — 352 с.
9. Позолотина В.Н. Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты / Позолотина В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Л. Н. Михайловская, Е.В. Антонова. — Екатеринбург: Изд-во «Гошинский», 2008. — 204 с.
10. Преображенская Е. Н. Возможная связь радиоустойчивости с филогенетической системой у культурных растений / Е. Н. Преображенская, Н. В. Тимофеев-Ресовский // Докл. АН СССР. — 1962. — Т. 143, № 5. — С. 1219—1222.
11. Пчеловская С. А. Использование метода оценки фактора радиоемкости в исследованиях перекрестной адаптации растений / С. А. Пчеловская, А. Г. Саливон, А. Н. Леньшина, А. Н. Михеев, Ю. А. Кутлахмедов // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2011. — Т. 51, № 2. — С. 273—280.
12. Томилова Н. В. Идентификация гена, мутация в котором обуславливает возникновение некрозов семядолей проростков *Arabidopsis thaliana* / Н. В. Томилова, А. А. Томилов, О. А. Огаркова, В. А. Тарасов // Генетика. — 2001. — Т. 37, № 4. — С. 494—503.
13. Томилов А. А. Идентификация гена, включенного в контроль развития корневой системы у *Arabidopsis thaliana* / А. А. Томилов, Н. В. Томилова, О. А. Огаркова, В. А. Тарасов // Генетика. — 2001. — Т. 37, № 1. — С. 35—36.
14. Удалова А. О. Биологический контроль радиационно-химического воздействия на окружающую среду и экологическое нормирование ионизирующих излучений: Автореферат дисс. на соискание научной степени доктора биологических наук: спец. 03.01.01 «Радиобиология», 03.08.08 «Экология» / А.О. Удалова. — Обнинск, 2011. — 44 с.
15. Esnault M.-A., F. Legue, Ch. Chenal. Ionizing radiation: Advances in plant response // Environmental and Experimental Botany. — 2010. — № 68. — P. 231—237.
16. J. Brown, P. Strand, A. Hosseini, P. Børretzen. 2003. Handbook for assessment of the exposure of biota to ionising radiation from radionuclides in the environment / Project within the EC 5th Framework Programme, Contract № FIGE-CT-2000-00102. Stockholm, Framework for Assessment of Environmental Impact. 395 p.
17. Miller M.W. Radiation hormesis in plants // Health Phys. — 1987. — № 52. — P. 607—616.
18. Sazykina T. G. Radioactivity in aquatic biota // Modelling radioactivity in the environment. — Obninsk: Scientific & Production Association “Typhoon”, 2003. — P. 201—222.

А. А. ЯВНЮК, Н. Л. ШЕВЦОВА, Д. И. ГУДКОВ

Национальный авиационный университет
Институт гидробиологии НАН Украины

АНОМАЛИИ ПРОРОСТКОВ ТРОСТНИКА ОБЫКНОВЕННОГО В ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

В работе представлено результаты исследований аномалий семенного потомства тростника обыкновенного, родительские растения которого подверглись хроническому воздействию ионизирующего излучения в водоемах Чернобыльской зоны отчуждения. В исследованиях использованы методы лабораторного культивирования семян, определения аномалий разного типа у проростков, метод расчета общей мощности поглощенной дозы облучения от внешних и внутренних источников, методы математической и статистической обработки полученных данных. Установлено снижение аномальности раннего онтогенеза тростника обыкновенного при увеличении продолжительности латентного периода. Общее количество аномалий жизнеспособных проростков и некрозов корней у семенного потомства, прошедшего короткий период покоя, соответственно составляло 25-80%. После прохождения длительного периода покоя аномальность соответственно уменьшалась до 12-20%. Результаты исследований свидетельствуют о восстановлении нормального раннего онтогенеза тростника обыкновенного после длительного периода покоя семян, полученных от в хронически облученных родительских растений.

Ключевые слова: аномалии проростков семян, тростник обыкновенный, хроническое ионизирующее облучение, Чернобыльская зона отчуждения

A. A. Iavnyuk, N. L. Shevtsova, D. I. Gudkov
National Aviation University
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine

COMMON REED GERMS' ABNORMALITIES IN WATER BODIES WITH DIFFERENT LEVEL OF RADIONUCLIDE CONTAMINATION

The paper deals with the study of the common reed's seed progeny anomalies, parental plants of which were exposed to long-term ionizing radiation in the Chernobyl Exclusion Zone water bodies. Methods of laboratorial seeds cultivation, several germinal abnormalities determination, total absorbed dose rate assessment due to internal and external sources, mathematical and statistical data processing, were used in research. The common reed's early ontogenesis anomalies reduce with the increase of the latent period duration, was detected. Up to 25-80% total number of vital germs anomalies and root necroses of the seed progeny after the short-time dormant period, respectively was defined. After the long-time dormant period, abnormality ratio decreased respectively to 12-20%. Research results show the recovery of the common reed's early ontogenesis after the long-time dormant period of seeds produced by parent plants exposed to long-term irradiation.

Keywords: seedlings anomalies, common reed, long-term ionizing radiation, Chernobyl Exclusion Zone

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 22.01.2014