

3. Дубняк С. С. Становлення басейнового принципу управління водними ресурсами України на основі екосистемних підходів / Дубняк С.С., Дубняк С.А. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер.: Біологія. Спец. випуск „Гідроекологія”. – 2005. – № 3 (26). – С. 143–145.
4. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния / Н.С.Лобода. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
5. Лобода Н.С. Методика розрахунку річного стоку річок Нижнього Подніпров'я в умовах недостатності даних спостережень / Лобода Н.С., Шахман І.О. // Вісник ОДЕКУ. – 2006. – Вип. 2. – С. 200–207.
6. Паламарчук М.М. Водний фонд України: довід. посіб. / Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 392 с.
7. Шахман І.О. Водні ресурси Нижнього Подніпров'я в умовах зрошувального землеробства / І.О.Шахман // Метеорологія, кліматологія, гідрологія. – 2008. – № 50. – С. 102–107.
8. Шерешевський А.І. Розрахункове випаровування з водної поверхні на території України / Шерешевський А.І., Сіницька Л.К. // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 252. – С. 11–26.

И. А. Шахман<sup>1</sup>, Н.С. Лобода<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Херсонский гидрометеорологический техникум ОДЕКУ, Украина

<sup>2</sup>Одесский государственный экологический университет, Украина

#### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НИЖНЕГО ПОДНЕПРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Приведена оценка изменений годового стока на основе имитационной стохастической модели бытового стока и выполнена апробация модели на данных водохозяйственных балансов за 1991–2003 гг.

*Ключевые слова:* водохозяйственный баланс, стохастическая модель бытового стока, бассейновый принцип

A. Shahman<sup>1</sup>, N.S. Loboda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kherson Hydrometeorological Technical College of OSEKU, Ukraine

<sup>2</sup>Odesa State Ecological University, Ukraine

#### ESTIMATION OF A CONDITION OF WATER RESOURCES LOW PODNEPROVIYA IN THE CONDITIONS OF WATER ECONOMIC ACTIVITIES

The estimation of changes of an annual runoff on the basis of imitating stochastic model of a life-conditioned annual runoff is resulted and model approbation on data of water economic balances for 1991-2003 years is executed.

*Key words:* water economic balance, stochastic model of life-conditioned annual runoff, drainage principle

УДК (577.34:581.5.3)(28)(477.11)

Н.Л. ШЕВЦОВА

Інститут гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

#### **ЧАСТОТА АБЕРАЦІЙ ХРОМОСОМ ВИЩИХ ВОДЯНИХ РОСЛИН ЯК БІОМАРКЕР РАДІОНУКЛІДНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ВОДОЙМ**

Вивчено можливість використання цитогенетичних показників представницьких видів вищих водяних рослин літоралі в якості біомаркерів радіонуклідного забруднення водойм. Визначено декілька найбільш перспективних видів вищих водяних рослин для біоіндикації мутагенності водного середовища.

*Ключові слова:* вищі водяні рослини, хромосомні аберації, поглинена доза

Використання біомаркерів як індикаторів антропогенного забруднення водойм дозволяє отримати інформацію, що принципово не може бути отримана внаслідок аналізу рівня полютантів у середовищі чи організмі. Чутливість біологічних тест-систем мутагенної здатності середовища у більшості випадків виявляється вищою, ніж хіміко-аналітичних та радіометричних методів [9].

Одним з ефективних методів оцінювання генетичної небезпеки навколишнього середовища є облік цитогенетичних порушень. Частота хромосомних аберацій корелює з частотою точкових мутацій, які пошкоджують індивідуальні гени, що контролюють певну ознаку організму [1, 5].

Існує досить багато ряд рослин-біоіндикаторів [2, 10], проте, якщо оцінювати наслідки хронічного радіаційного опромінення, то більшість з цих тест-організмів виявляє лише миттєву мутагенність від навколишнього середовища, не відображає тривалості дії полотногента. Саме тому, оцінюючи мутагенність водойм з довгою історією забруднення радіоактивними та хімічними мутагенами, як індикаторним видам-біомаркерам перевагу віддають аборигенним або, так званим, представницьким [8] видам.

Метою цієї роботи є дослідження можливості використання як біомаркерів мутагенного потенціалу водного середовища показників частоти хромосомних пошкоджень та кількості мультіаберантних клітин кореневих меристем деяких видів вищих водних рослин, типових для літоралі водойм географічної зони півночі та центру України.

### Матеріал і методи досліджень

В 2008–2009 рр. у водоймах, розташованих на території Чорнобильської зони відчуження, відбирали проби вищих водних рослин, які належать до 2-х основних екологічних груп: з плаваючим на поверхні води листям, укорінені: латаття сніжно-біле – *Nymphaea candida* J. et C. Presl, глечики жовті – *Nuphar lutea* (L.) Smith; повітряно-водні рослини: їжача голівка пряма – *Sparganium erectum* L., куга озерна (схеноплект) – *Schoenoplectus lacustris* L., осока гостра – *Carex acuta* L., очерет звичайний – *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud., рогіз вузьколистий – *Typha angustifolia* L., рогіз широколистий – *Typha latifolia* L., лепешняк великий – *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb., сусак зонтичний – *Butomus umbellatus* L., ситник болотний – *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., стрілолист стрілолистий – *Sagittaria saggitifolia* L., півники болотні – *Iris pseudacorus* L. [6].

Одночасно здійснювали відбір проб у водоймах з фоновим рівнем радіонуклідного забруднення. Потужність поглиненої дози опромінення для рослин літоралі визначали, оцінюючи дози від внутрішніх і зовнішніх джерел опромінення [7].

Цитогенетичний аналіз здійснювали в апікальних клітинах меристемних тканин коренів вищих водних рослин. Рівень хромосомних аберацій визначали згідно модифікованого для макрофітів анафазним методом [4]. Визначали частоту аберантних анафаз (ЧАА) та середню кількість аберацій на аберантну клітину (ЧАК). З огляду на розрахунки статистичної достовірності для кожної точки відбору аналізували не менше 1000 анафаз для 10 корінців з вибірки. До аберантних клітин відносили клітини в анафазі чи ранній телофазі, що містили фрагменти і мости. Хромосомні аберації класифікували за такими типами: фрагменти одинарні, фрагменти парні, одинарні мости, парні мости, мости з фрагментами. В клітинах, що містили аберації, вираховували показник середньої кількості аберацій на аберантну клітину. При анафазному методі аналізування у клітинах, які містять велику кількість аберацій, інколи буває складно розрізнити кількість та тип цих аберацій. Тому такі клітини, які містили більше ніж 2 (1 парна) аберації, були виділені у клас клітин з множинними абераціями.

Показники хромосомних порушень обробляли стандартними статистичними методами [3]. Мікроскопічний аналіз здійснювали за допомогою світлового мікроскопу Primostar («Carl Zeiss», Німеччина) з збільшенням 1000X під імерсією.

### Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження здійснювали у 2008–2009 рр. на водоймах Зони відчуження Чорнобильської АЕС і водоймах м. Кисва та Київської області. За зростанням поглиненої дози для вищих водних рослин ці водойми утворюють ряд: оз. Вербне (м. Київ) ≈ Київське водосховище (с. Лютіж) < Київське водосховище (с. Страхолісся) < водойма-охолоджувач ЧАЕС < Янівський затон < оз. Азбучин < оз. Далеке < оз. Глибоке. Найвищі показники ЧАА – 7–12 %, зареєстровані у рослин найбільш забруднених водойм, що розташовані на лівобережній частині заплави р. Прип'ять – озерах Глибоке та Далеке, а також у рослин оз. Азбучин (рис.). Найнижчі показники хромосомних порушень на рівні 2% зареєстровані у рослин з Київського водосховища та озера Вербне.

Аналіз даних, отриманих за допомогою анафазного експрес-тесту, виявив значне перевищення спонтанного рівня структурного мутагенезу у видів домінантів та субдомінантів ценозів вищих водних рослин літоральних зон полігонних водойм. Для водойм з фоновим рівнем радіонуклідного забруднення рівень хромосомних порушень не перевищував рівень спонтанного мутагенезу.

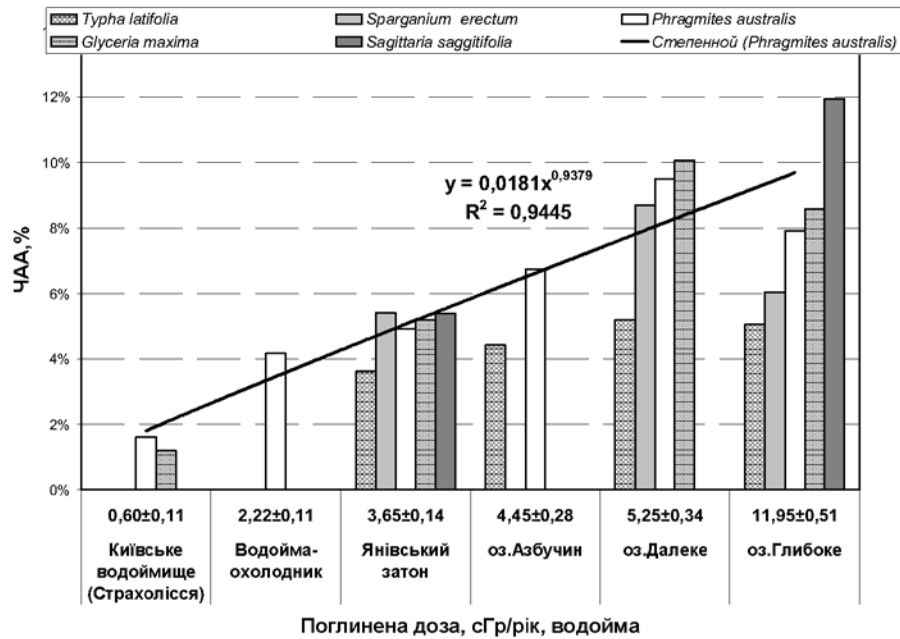


Рис. Середні значення частоти хромосомних аберацій у вищих водних рослин у водоймах з різним рівнем радіонуклідного забруднення

При проведенні оцінки мутагенного потенціалу водного середовища важливим показником є кількість клітин з множинними абераціями, або показник кількості аберацій на одну аберагентну клітину (ЧАК). Хромосомні пошкодження в клітинах меристематичних тканин мають властивість частково відновлюватися чи еліминуватися, а перший клітинний поділ проходить менше ніж 1% мульті-аберагентних клітин. Проте, відомо, що деякі хромосомні перебудови можуть існувати тривалий час, передаючись дочірнім клітинам. Механізми довготривалого існування клітин з множинними абераціями ще досліджуються, але індукування появи та тривалого існування мульті-аберагентних клітин внаслідок хронічної дії іонізуючого випромінювання вже не викликає сумніву [2, 5, 10].

Найбільші показники ЧАК – до 2,20, зареєстровані у рослин водойм лівобережної частини заплави р. Прип'ять для екологічної групи – укорінені з плаваючим на поверхні води листям та повітряно-водного виду – стрілолиста стрілолистого, який у досліджених водоймах росте майже повністю зануреним у воду (табл.). Найменші показники зареєстровані для повітряно-водних видів водойм з фоновим радіаційним рівнем – 1,01.

Таблиця

Дозова залежність ЧАК кореневих меристем деяких видів вищих водних рослин

Водойма	Поглинена доза, сГр/рік	<i>Typha latifolia</i>	<i>Sparganium erectum</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Glyceria maxima</i>	<i>Nuphar lutea</i>	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
Київське водоймище, Страхолиця	0,60±0,11	1,03±0,01	–	1,01±0,01	1,04±0,01	1,25±0,04	1,36±0,11
Янівський затон	3,65±0,14	1,23±0,07	1,35±0,04	1,38±0,01	1,37±0,08	1,65±0,12	1,02±0,01
оз. Азбучин	4,45±0,28	1,27±0,05	–	1,49±0,05	–	–	1,55±0,07
оз. Далекє	5,25±0,34	1,45±0,08	1,57±0,08	1,65±0,01	1,75±0,06	1,69±0,11	2,20±0,14
оз. Глибоке	11,95±0,51	1,54±0,08	1,56±0,07	1,68±0,04	1,75±0,11	1,98±0,11	2,01±0,11

**Висновки**

Отже, частота хромосомних аберацій та кількість аберацій на одну аберагентну клітину, досліджених видів вищих водних рослин позитивно корелюють з потужністю поглинутої дози опромінювання, яку

отримує рослина. Встановлена степенева функція кореляції величини ЧАА згідно рівнянню  $y=0,0181x^{0,9379}$  з коефіцієнтом достовірності апроксимації  $R=0,95$ .

Серед досліджуваних видів вищих водних рослин найчутливішими до радіонуклідного забруднення за показниками генетичних порушень є такі види: глечики жовті, стрілолист стрілолистий, лепешняк великий та очерет звичайний.

Згідно проведених досліджень генетичних показників деяких видів вищих водних рослин найбільш напружений мутагенний стан спостерігається у водоймах лівобережної заплави р. Прип'ять.

1. *Дмитриева С.А.* Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга / Дмитриева С. А., Парфенов В. И. – Минск: Наука и техника, 1991. – 231 с.
2. *Застосування* рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи / Д.М. Гродзинський, Ю.В. Шиліна, Н.В. Куцоконь [та ін.] // Методичні рекомендації по оцінці допустимих рівнів радіонуклідного та хімічного забруднення та їх комбінованої дії. – К., 2006. – 59 с.
3. *Закс Л.* Статистическое оценивание / Л. Закс. – М.: Статистика, 1976. – 530 с.
4. *К методике* определения хромосомных нарушений у высших водных растений на примере тростника обыкновенного и стрелолиста стрелолистного / Н.Л. Шевцова, Д.И. Гудков, Ю.А. Стойка [и др.] // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія – 2005. – № 3 (26). – С. 479–481.
5. *Кудряшов Ю.Б.* Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) / Ю.Б. Кудряшов // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 448 с.
6. *Определитель* высших водных растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин [и др.] // К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
7. *Радиоэкологические* проблемы водных экосистем в Чернобыльской зоне отчуждения / Д.И. Гудков, М.И. Кузьменко, С.И. Киреев [и др.] // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49, № 2. – С. 192–202.
8. *Романенко В.Д.* Основи гідроекології / В.Д. Романенко. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.
9. *Руководство* по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ // Гигиенические критерии состояния окружающей среды 51. – Женева, ВОЗ, 1989. – 212 с.
10. *Современное* состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты / В.Н. Позолотина, И.В. Молчанова, Е.Н. Караваева [и др.] // Екатеринбург: Изд-во «Гощицкий», 2008. – 204 с.

*Н.Л. Шевцова*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

#### ЧАСТОТА ХРОМОСОМНЫХ АБЕРРАЦИЙ У ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ КАК БИОМАРКЕР РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ

Изучена возможность использования цитогенетических показателей аборигенных видов высших водных растений литорали в качестве биомаркеров радионуклидного загрязнения водоемов. Отмечено несколько наиболее перспективных видов высших водных растений для биоиндикации мутагенности водной среды.

*Ключевые слова:* высшие водные растения, хромосомные aberrации, поглощенная доза

*N.L. Shevtsova*

Institute hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

#### FREQUENCY CHROMOSOMAL ABERRATIONS AT HIGHER WATER PLANTS AS A BIOMARKER OF RADIONUCLID CONTAMINATION OF RESERVOIRS

The possibility of the use of cytogenic indexes of aboriginal species of littoral higher aquatic plants as biomarkers of radionuclide contamination of water bodies was considered. There were determined several promising species of higher aquatic plants for biological indication of the mutagenicity of the aquatic environment.

*Key words:* higher water plants, chromosomal aberrations, eaten up dose