

E.D. Gopchenko, V.A. Ovcharuk, M.E. Romanchuk, N.S. Kichuk  
Odesa State Environmental University, Ukraine

### PROBLEMS NORMING CALCULATED CHARACTERISTICS OF MAXIMUM RUNOFF OF RAIN AND SPRING FLOODS IN UKRAINE

The article defines the problem which is the need to improve the existing Ukrainian regulatory calculation base for establishing the characteristics of rain and spring floods rare probability of exceedance. Draws attention, first, the observational data of maximum runoff on rivers of Ukraine until 1975, which are used in SNIP 2.10.14-83, and on the other, especially the fact that over the past nearly 40 years and established shortcomings in the scientific sense. They relate to both rain and spring floods. The authors offering scientific and methodological approaches based on geometric models of extremely high hydrographs rain and spring floods, as well as - on the theory of bed isochronous. Common in their structure that it in the operator form is described the process of forming of maximal discharges in the natural scheme of transformation "slope influx - the channel flow."

**Keywords:** rain floods, spring floods, maximum runoff, regulations, geometric models formation hydrograph runoff, riverbed isochrones

УДК 581.526.3(574.63:581.133.5)

Л.О. ГОРБАТЮК, О.О. ПАСІЧНА, І.Г. КУКЛЯ, М.О. ПЛАТОНОВ

Інститут гідробіології НАН України  
пр. Героїв Сталінграду, 12, Київ, 04210, Україна

### ПОГЛИНАННЯ ФОСФОРУ ЗАНУРЕНИМ МАКРОФІТОМ NAJAS GUADELUPENSIS L. В МОДЕЛЬНОМУ ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Досліджено вплив концентрації фосфатів модельного водного середовища на вміст фосфору в тканинах *Najas guadelupensis* L. Показано фазовий характер залежності поглинання фосфору від його концентрації у воді. Виявлено ознаки формування захисних механізмів регулювання фосфорного обміну рослин за умови тривалого фосфорного навантаження.

*Ключові слова:* фосфор, фосфати, макрофіти, поглинання, метаболізм, адаптація.

Зростання вмісту фосфору у природних водах внаслідок як природних, так і переважно антропогенних чинників, впливає на різні ланки трофічного ланцюга водойм. Макрофіти, які є одними з первинних споживачів фосфору, дуже чутливо реагують на зміну його концентрації у воді, оскільки саме вони в біологічному циклі фосфору виконують функції його вилучення, накопичення, виділення і транспортування [4].

Надмірне накопичення мінеральних елементів в тканинах дозволяє макрофітам інтенсивно рости протягом певного часу навіть в умовах дефіциту біогенів у воді, а їх ріст супроводжується змінами біохімічного складу. Однак, простежити наскільки це зумовлено зміною концентрації біогенів у водному середовищі в природних умовах неможливо [3].

Метою роботи було з'ясування особливостей накопичення і трансформації фосфору у водяних рослинах залежно від його концентрації у воді модельного водного середовища на прикладі ізолюваних макрофітів.

#### **Матеріал і методи досліджень**

Об'єктом дослідження був занурений макрофіт різуха гваделупська (*Najas guadelupensis* L.), який культивувався в лабораторних умовах.

Перед початком досліду в акваріуми була залита водопровідна вода, відстояна протягом 5-ти діб, наступного складу: неорганічні фосфати – 0,03–0,07 мг/дм<sup>3</sup>, нітрати – 0,8–1,0 мг/дм<sup>3</sup>, розчинений кисень – 10,12–12,41 мг/дм<sup>3</sup>, кальцій – 48,10–60,12 мг/дм<sup>3</sup>; твердість – 3,9–4,2 мг екв/дм<sup>3</sup>. Об'єм води в акваріумі становив 3 дм<sup>3</sup>, маса рослин – 14±1 г. Впродовж експерименту

акваріуми перебували в умовах природного освітлення. Середньодобова температура води в акваріумах дорівнювала 21–23 °С, рН води – 8,79–9,26. Втрати води на транспірацію та випаровування компенсувались.

Для створення необхідної концентрації сполук фосфору у воді використовували безводну сіль  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Діапазон початкової концентрації фосфору складав 0,03 (контроль); 0,35; 0,70; 1,0; 2,0; 5,0 та 10,0  $\text{мг/дм}^3$ , що відповідає реальним величинам на виході з очисних споруд, зокрема Бортницької станції аерації (м. Київ) [10]. Тривалість експериментів становила 4 і 14 діб (тобто проводили як гострі, так і хронічні дослід). Контрольними були макрофіти, витримані в ідентичних умовах, проте без додавання фосфатів в модельне водне середовище.

Після закінчення експозиції проводили мокре озолення рослинного матеріалу сумішню концентрованих азотної та сірчаної кислот при нагріванні. Визначення загального фосфору ( $\text{P}_{\text{ЗАГ}}$ ) в макрофітах проводили за методом Деніже в модифікації А. Левицького [1].

Вміст неорганічного фосфору ( $\text{P}_{\text{Н}}$ ) у водяних рослинах визначали колориметричним методом [7]. Вміст  $\text{P}_{\text{ЗАГ}}$  та  $\text{P}_{\text{Н}}$  у водяних рослинах розраховували в мг на 1 г сухої маси ( $\text{мг/г с. м.}$ ).

Концентрацію іонів  $\text{PO}_4^{3-}$  у воді визначали за стандартною гідрохімічною методикою [5].

Досліди проведено у 3-4-х повторностях. Одержані дані оброблено статистично з використанням спеціальних комп'ютерних програм.

### Результати досліджень та їх обговорення

Вивчення впливу концентрації фосфатів у модельному водному середовищі на поглинання фосфору різною дозволило виявити деякі особливості. Так, зокрема, в гострих дослідах через 4 доби експозиції відзначалося збільшення вмісту загального фосфору на 1 г с. м. рослини зі зростанням концентрації фосфору у воді від 0,03(К) до 1,0  $\text{мг/дм}^3$ , уповільнення його поглинання в інтервалі концентрацій від 1,0 до 2,0  $\text{мг/дм}^3$ , і подальша активація цього процесу при концентраціях вище 2,0  $\text{мг/дм}^3$ . Отже, залежність інтенсивності споживання фосфору різною від його концентрації у водному середовищі мала фазовий характер з чергуванням періодів зростання, спаду і знову зростання (рис. 1).



Рис. 1. Динаміка вмісту загального фосфору в *N. guadelupensis* за різної початкової концентрації фосфору в модельному водному середовищі.

Згідно сучасних теоретичних уявлень про кінетичні закономірності фосфорного обміну макрофітів такий характер динаміки може свідчити про формування адаптаційних механізмів регулювання фосфорного обміну при зміні концентрації мінерального фосфору у середовищі [6, 9].

На думку деяких дослідників [8], зі зростанням концентрації фосфатів у воді може відбуватися заміна механізму активного поглинання на інший, можливо дифузійний. Ймовірно

також, що в діапазоні більш високих концентрацій, окрім активного транспорту фосфору через клітинну мембрану, значну роль у його поглинанні рослиною починає відігравати механізм сорбції на поверхні, що сприяє більшому накопиченню фосфору в тканинах [6].

Слід відмітити, що концентрація фосфатів у воді всіх акваріумів, окрім контрольного, за 14 днів культивування різко знизилася (рис. 2), що також свідчить про їх активне поглинання рослинами.

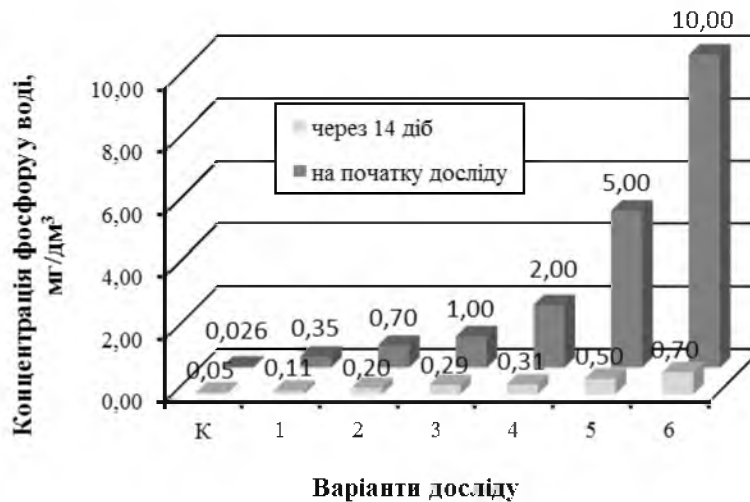


Рис. 2. Зміни концентрації фосфору у модельному водному середовищі через 14 днів культивування *N. guadelupensis*

Визначення вмісту загального фосфору через 14 днів експозиції різухи у воді акваріумів з різною початковою концентрацією фосфатів показало, що в контрольних рослинах спостерігалася значне зниження початкового вмісту загального фосфору (див. рис. 1), в той час як у воді акваріуму концентрація фосфатів зростає, тобто мало місце виділення фосфору рослинами у водне середовище (див. рис. 2). Це, очевидно, пов'язано з тим, що макрофіти можуть переходити від поглинання фосфору до його виділення за несприятливих фізіологічних умов, зокрема, у разі незбалансованості співвідношення біогенних елементів, насамперед дефіциту азоту [3].

Фазовий характер залежності поглинання фосфору від його концентрації у воді, властивий для різухи в гострих експериментах, за 14 днів помітно змінювався (див. рис. 1). Ймовірно, що за короткий час ферментні системи різухи не могли перебудуватися і пристосуватися до змінених умов існування. Однак, протягом 14 днів у рослин могли сформуватися захисні механізми регулювання метаболізму фосфору в умовах підвищеного фосфорного навантаження, про що свідчить зміна характеру кривих.

Вміст загального фосфору в тканинах різухи, який за перші 4 доби зріс у 1,1–1,6 рази внаслідок активного поглинання, через 14 днів культивування знову помітно знизився в усьому дослідженому діапазоні. Таким чином, зменшення концентрації фосфору у воді призвело до зниження його вмісту у тканинах рослини.

Спожитий мінеральний фосфор також міг бути метаболізований за час дослідження. Для з'ясування цього було проведено визначення концентрації неорганічного фосфору в тканинах різухи, а також величини співвідношення  $P_H/P_3$ , яке є показником інтенсивності включення поглинутого фосфору у біосинтез фосфорорганічних сполук.

Виявлено (рис. 3А), що через 4 доби експозиції зі зростанням концентрації фосфатів у водному середовищі масова частка неорганічного фосфору в загальному його вмісті в рослині зростала, а через 14 днів знову знижувалася (рис. 3Б).

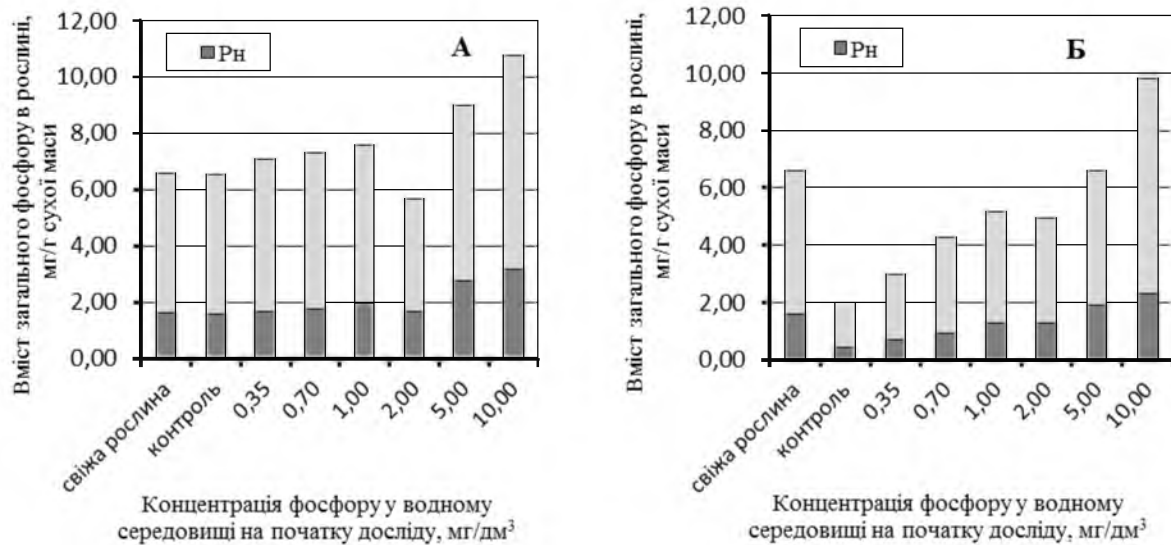


Рис. 3. Зміна масової частки неорганічного фосфору в загальному його вмісті у *Najas guadelupensis* на 4-ту (А) і 14-ту (Б) добу в модельному водному середовищі

Така динаміка, ймовірно, є наслідком метаболічних перетворень мінерального фосфору в процесі синтезу органічних речовин.

#### Висновки

Залежність інтенсивності споживання фосфору різною від його концентрації у водному середовищі в гострих досліджах мала фазовий характер, зумовлений, ймовірно, різними механізмами поглинання. Тривалий вплив підвищених концентрацій фосфору призводив до змін в напрямку зростання швидкості вилучення фосфору із води, що може бути ознакою формування захисних механізмів регулювання фосфорного обміну за умов підвищеного фосфорного навантаження.

1. *Агрохімічний аналіз* / М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бикін [та ін.]; за ред. М. М. Городнього. – К.: Арістей, 2005. – 468 с.
2. *Горбунова С. Ю.* Кинетика субстратзависимого роста водного гиацинта *Eichornia crassipes* (Martius.) / С. Ю. Горбунова, Н. В. Фомин // *Біотехнологія*. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 86–91.
3. *Дмитриева Н. Г.* Роль макрофитов в превращениях фосфора в воде / Н. Г. Дмитриева, Л. О. Эйнон // *Водные ресурсы*. – 1985. – № 5. – С. 101–110.
4. *Дмитриева Н. Г.* Формы и содержание фосфора в природной воде и определяющие факторы его круговорота / Н. Г. Дмитриева, Л. О. Эйнон // *Водные ресурсы*. – 1984. – № 4. – С. 110–120.
5. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко [та ін.]; За ред. В. Д. Романенка. НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
6. *Поповичев В. Н.* Кинетические закономерности фосфорного обмена черноморской бурой водоросли *Cytosira barbata* / В. Н. Поповичев, В. Н. Егоров // *Морський екологічний журнал*. – 2009. – Т. VIII, № 1. – С. 55–66.
7. *Починок Х. Н.* Методы биохимического анализа растений / Х. Н. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – 334 с.
8. *Силкин В. А.* Кинетика поглощения фосфатов и нитратов морской многоклеточной водорослью *Gelidium latifolium* (Grev.) Born. et Thur / В. А. Силкин, И. Н. Чубчикова // *Известия РАН. Серия биологическая*. – 2007. – № 2. – С. 1–8.
9. *Силкин В. А.* Поглощение элементов минерального питания *Laurencia papillosa* (Forsk.) Grev. (*Rhodophyta*) в процессе роста / В. А. Силкин, И. Н. Чубчикова, И.К. Евстигнеева // *Альгология*. – 2006. – Т. 16, № 1. – С. 37–46.
10. [http://www.vodokanal.kiev.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1725&Itemid=93](http://www.vodokanal.kiev.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=1725&Itemid=93)

*Л.О. Горбатюк, Е.А. Пасичная, И.Г. Кукля, Н.А. Платонов*  
Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

**ПОГЛОЩЕНИЕ ФОСФОРА ПОГРУЖЕННЫМ МАКРОФИТОМ NAJAS GUADELUPENSIS L. В МОДЕЛЬНОЙ ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Исследовано влияние концентрации фосфатов модельной водной среды на содержание фосфора в тканях *Najas guadelupensis* L. Показан фазный характер зависимости поглощения фосфора от его концентрации в воде. Выявлены признаки формирования защитных механизмов регулирования фосфорного обмена у растений в условиях длительной фосфорной нагрузки.

*Ключевые слова: фосфор, фосфаты, макрофиты, поглощение, метаболизм, адаптация*

L.O. Gorbatyuk, O.O. Pasi chna, I.G. Kuklya, M.O. Platonov  
Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

**PHOSPHORUS ABSORPTION BY THE SUBMERSED MACROPHYTE NAJAS GUADELUPENSIS L. IN THE MODEL AQUATIC ENVIRONMENT**

The effect of increasing concentration of phosphates in the model aquatic environment on content of phosphorus in the tissues of *Najas guadelupensis* has been investigated. Phase character of dependence of phosphorus absorption by the plants from its concentration in the water has been found. The signs of formation in the plants their protective mechanisms of regulation of phosphorus metabolism under prolonged phosphorus load conditions have been revealed.

Keywords: phosphorus, phosphates, macrophytes, absorption, metabolism, adaptation

УДК 581.524:581.526.323:628.394(477-25)

**О.А. ДАВИДОВ, Д.П. ЛАРИОНОВА**

Институт гидробиологии НАН Украины  
пр. Героев Сталинграда, 12, Київ, 04210, Україна

**ТРАНСФОРМАЦІЯ СТРУКТУРИ ЛІТОРАЛЬНОГО АЛЬГОЦЕНОЗУ МІКРОФІТОБЕНТОСУ РІЧКОВОЇ ЧАСТИНИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В МЕЖАХ ПРОМИСЛОВОЇ ЗОНИ М. КИЄВА**

---

Розглянуто еколого-морфологічну структуру літорального альгоценозу мікрофітобентосу річкової частини Канівського водосховища в межах промислової зони м. Києва. Встановлено, що антропогенне забруднення поверхневим та точковим стоком призводить до суттєвої трансформації його структури, зміни співвідношення еколого-морфологічних груп бентонтів.

*Ключові слова: мікрофітобентос, альгоценоз, еколого-морфологічна структура, антропогенне забруднення, річкова частина Канівського водосховища*

Альгоценозам мікрофітобентосу та їх структурним елементам – еколого-морфологічним групам бентонтів притаманна специфічна чутливість до зміни певних чинників середовища, що обумовлює ефективне їх використання для біоіндикації стану водних об'єктів [1, 7, 8, 9].

Водна Рамкова Директива ЄС [10] при оцінці екологічного стану водних об'єктів пріоритетну роль надає біоіндикації за п'ятьма так званими біологічними елементами якості, до складу яких входить фітобентос.

Річкова частина Канівського водосховища в межах промислової зони м. Києва в районі Видубичів зазнає сильного антропогенного забруднення розсіяним та точковим стоком з території промислових підприємств та з численних міських колекторів поверхневого стоку.