

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.35

<https://doi.org/10.31713/vt120186>

Гроховська Ю. Р., д.с.-г.н., доцент; Кононцев С. В., к.т.н., доцент
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

АСИМІЛЯЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РЯСКОВИХ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ПРИ ОЧИЩЕННІ ОБОРОТНОЇ ВОДИ УЗВ

Досліджено особливості поширення видів ряскових (Alismatales: Araceae: Lemnoideae) на ділянках забрудненої малої річки Устя (бас. Горині). Встановлено вміст у фітомасі Нітрогену, Фосфору та важких металів. Обґрунтовано використання ряскових для видалення біогенних елементів з оборотної води УЗВ.

Ключові слова: біологічне очищення води, УЗВ, видалення макроелементів.

Вступ. Використання сучасних наукових підходів до біологічного очищення господарсько-побутових та виробничих стічних вод дозволяє зменшити негативний вплив господарської діяльності на гідросферу. У виробничих системах з оборотним водопостачанням, зокрема – індустріальних рибницьких господарствах, ефективність видалення забруднень визначає можливість повторного використання води. Критична потреба у очищенні оборотної води рибницьких установок із замкнутим водопостачанням (УЗВ) від Нітрогену у формі амоній-йону пов'язана з гострою токсичною дією на рибу власних розчинених катаболітів. Крім сполук Нітрогену, серед забруднень є фосфоровмісні речовини, а також важкі метали. Доцільність використання рослин з метою видалення біогенних елементів із забрудненої води у рибницьких господарствах може бути обґрунтована шляхом аналізу процесів самоочищення природних водойм та ролі в них окремих груп гідробіонтів. Для визначення очисного потенціалу рослин необхідно в першу чергу дослідити хімічний склад макрофітів, які можуть культивуватись у ролі очисних агентів.

Аналіз останніх досліджень. Відомо, що значний вплив на процеси самоочищення здійснюють фотосинтезуючі організми – вищі водні рослини та водорості [1-3]. Особливо велику середовищеутворювальну роль для гідробіоценозу відіграють вищі водні рослини

(ВВР), які також називають судинними макрофітами. ВВР відіграють роль первинних продуцентів органічної речовини та збагачують водне середовище киснем, беруть активну участь у самоочищенні води, акумулюючи у фітомасі значні обсяги забруднювальних речовин, виконують бар'єрну функцію на шляху надходження органічних та мінеральних забруднень з площі водозбору у річку, є біофільтром, який впливає на циркуляцію хімічних речовин у водній екосистемі, а головне – є субстратом для річкового біоценозу в цілому. У заростях макрофітів розвиваються бактерії, гриби, водорості та безхребетні тварини, які усі разом залучені до процесу самоочищення води від забруднень.

Відзначено, що основними перевагами водних макрофітів, які застосовуються для очищення забруднених вод, є швидкий ріст, високий показник виробництва біомаси та здатність накопичувати високі концентрації біогенних речовин та важких металів впродовж тривалого часу експозиції [4].

Комплексному використанню ряскових для отримання кормового білка у рибництві та очищення СВ присвячений огляд P. Skillicorn et al. [5] та інші публікації [6; 7].

Метою даної роботи є дослідження особливостей поширення вільноплаваючих гідрофітів – ряскових з родини ароїдних (ряд Alismatales, родина Agaseae, підродина Lemnoideae) в басейні малої річки, яка зазнає антропогенного забруднення, та хімічного складу фітомаси для встановлення асиміляційного потенціалу при очищенні оборотної води УЗВ.

Об'єкти і методи досліджень. Дослідження проводились в басейні малої річки Устя (бас. Горині), що характеризується значним антропогенним забрудненням, особливо в межах Золбунівсько-Рівненської промислової агломерації нижче скиду з очисних споруд комунального господарства. Поширення і чисельність рослин досліджували на чотирьох ділянках, розташованих на річці, а також на окремих ставах в липні-серпні 2015 року. Чисельність ряскових підраховували за кількістю фронд на площі 40 см² (10 полів 2×2 см). Уміст макро- і мікроелементів у фітомасі встановлювали у атестованій лабораторії Рівненської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН (с. Шубків). Вміст Cu, Zn, Cd, Pb визначали методом полуменевої атомної абсорбції на спектрофотометрі AAC-115-M1 згідно з ГОСТом 30178-96 (кислотна витяжка) [8]. Вміст N, P визначали згідно з «Методикою визначення вмісту азоту, фосфору і калію із однієї проби рослинного матеріалу» (мокре озолення).

Результати дослідження. Видовий склад і чисельність вільно-плаваючих макрофітів значно відрізнялися на різних ділянках річки, зокрема в районі гирла з швидкою течією ряскові траплялися лише в «кишенях» із заростей гелофітів. Поширення ряскових в басейні річки відповідає гідравлічному режиму на окремих ділянках та якості води у ній. На найбрудніших ділянках нижньої течії річки Устя виявлено три види: *Lemna gibba* L., *L. minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. (табл. 1). Нижче за течією крім згаданих видів також трапляється *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm; у ставах басейну крім того поширена *L. trisulca* L. Найчисельнішим видом в усіх створах річки виявилася *L. minor*, а в ставах – *W. arrhiza*. Індекс біорізноманіття Шеннона за цією систематичною групою – від 0,48 до 0,91.

Таблица 1

Чисельність плейстофітів у басейні р. Устя та індекс біорізноманіття Шеннона (за матеріалами 2015 р.)

Види / ділянки досліджень	Ділянка річки у населених пунктах, селища				Стави с. Грабів
	Олексин	Зозів	Городок	Грабів	
<i>Lemna gibba</i>	17	23	18	29	11
<i>L. minor</i>	289	310	304	278	177
<i>L. trisulca</i>	-	-	-	-	34
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	20	28	3	9	13
<i>Wolffia arrhiza</i>	-	-	286	124	816
Індекс Шеннона, <i>H</i>	0,48	0,49	0,83	0,91	0,71

Для детального аналізу було відібрано фітомасу ряскових (*L. gibba*, *L. minor*, *L. trisulca*, *S. polyrrhiza*, *W. arrhiza*) в обсязі 1,624 кг сирої маси зі ставу в селі Грабів поблизу річки Устя. Аналіз показав, що вода в складі фітомаси ряскових становила 92,7%, при цьому вміст Нітрогену в фітомасі складав 2,59% сухої речовини, а Фосфору – 0,81%. Отримані результати (табл. 2) в цілому збігаються з науковими даними про вміст цих макроелементів у фітомасі макрофітів [1]. Відповідно, отримані дані можуть бути використані за основу розрахунку асиміляційної потужності рослин за біогенними елементами при очищенні оборотної води УЗВ.

Таблица 2

Макро- та мікроелементи у складі фітомаси ряскових

Види макрофітів	Елементи					
	N, %	P, %	Zn, мг/кг	Cu, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг
<i>L. gibba</i> , <i>L. minor</i> , <i>L. trisulca</i> , <i>S. polyrrhiza</i> , <i>W. arrhiza</i>	2,59±0,06	0,81±0,02	17,61±0,3	2,06±0,04	0,68±0,02	7,49±0,19

Здатність ряскових до накопичення важких металів дозволяє розглядати цю групу рослин як перспективних біоремедіаторів водних екосистем. В умовах рибницького господарства із замкнутим водопостачанням така здатність з одного боку може обмежувати можливості згодовування надлишкової маси ряскових риbam, а з іншого – ефективно контролювати концентрацію токсичних речовин. Необхідно зазначити, що дане питання потребує системного та тривалого дослідження, оскільки до складу більшості спеціалізованих комбіокормів для риб входять консерванти на основі сульфатів Купруму та Цинку. Наприклад, у складі корму «Primo float» торгівельної марки «Aller» вміст Zn та Cu становить 70 мг/кг та 5 мг/кг відповідно. Попри очевидну можливість видалення даних елементів з оборотної води у фітореакторі з рясковими, недослідженим залишається питання безпеки згодовування об'єктам вирощування такої фітомаси, адже важкі метали можуть накопичуватись у тканинах риб.

Висновки. Досліджені умови зростання, чисельність та біорізноманіття ряскових на окремих ділянках річки Устя, а також хімічний склад фітомаси підтверджують можливість ефективного їх використання для очищення оборотної води УЗВ від сполук Нітрогену, Фосфору та важких металів.

1. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды. / Д. В. Дубына, С. М. Стойко, К. М. Сытник и др. ; под ред. С. Гейны, К. М. Сытник. К. : Наук. думка, 1993. 434 с. 2. Остроумов С. А. Водная экосистема: крупноразмерный диверсифицированный биореактор с функцией самоочищения воды. Доклады Академии наук. 2000. Т. 374, № 3. С. 427–429. 3. Эйнон Л. О. Макрофиты в экологии водоема. М. : ИВП РАН, 1992. 256 с. 4. Redding T., Todd S., Midlen A. The treatment of aquaculture wastewaters – a botanical approach. *Journal of Environmental Management*. 1997. Vol. 50. P. 283–299. 5. Skillicorn P., Spira W., Journey W. Duckweed aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries. *A World Bank Publication, International Bank for Reconstruction and Development*. Washington : DC, 1993. 76 p. 6. Fasakin E. A., Balogun A. M., Fasuru B. E. Use of duckweed, *Spirodela polyrrhiza* L. Schleiden, as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture Research*. 1999. Vol. 30(5). P. 313–318. 7. Leng R. A., Stambolie J. H., Bell R. Duckweed – a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*. 1995. Vol. 7. URL: Available at:

<http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd7/1/3.htm> (дата звернення: 10.11.2018). **8.** ГОСТ 30178-96. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М. : Издательство стандартов, 1998. 7 с.

REFERENCES:

1. Makrofyty – yndykatory yzmenenyi pryrodnoi sredy. / D. V. Dubyna, S. M. Stoiko, K. M. Sytnyk y dr. ; pod red. S. Heiny, K. M. Sytnyk. K. : Nauk. dumka, 1993. 434 s.
2. Ostroumov S. A. Vodnaia ekosystema: krupnorazmernyi dyversyfytsyrovannii byoreaktor s funktsyei samoochyshcheniya vody. Doklady Akademyy nauk. 2000. T. 374, № 3. S. 427–429.
3. Эйнор Л. О. Макрофиты в экологии водоёма. М. : YVP RAN, 1992. 256 с.
4. Redding T., Todd S., Midlen A. The treatment of aquaculture wastewaters – a botanical approach. Journal of Environmental Management. 1997. Vol. 50. P. 283–299.
5. Skillicorn P., Spira W., Journey W. Duckweed aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries. A World Bank Publication, International Bank for Reconstruction and Development. Washington : DC, 1993. 76 p.
6. Fasakin E. A., Balogun A. M., Fasuru B. E. Use of duckweed, *Spirodela polyrrhiza* L. Schleiden, as a protein feedstuff in practical diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture Research. 1999. Vol. 30(5). P. 313–318.
7. Leng R. A., Stambolie J. H., Bell R. Duckweed – a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. Livestock Research for Rural Development. 1995. Vol. 7. URL: Available at: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/lrrd/lrrd7/1/3.htm> (data zvernennia: 10.11.2018).
8. ГОСТ 30178-96. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М. : Yzdatelstvo standartov, 1998. 7 с.

Рецензент: д.б.н., професор Сондак В. В. (НУВГП)

Hrokhovska Y. R., Doctor of Agricultural Sciences; Konontsev S. V., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

ASSIMILATION POTENTIAL OF DUCKWEED AND PROSPECTS OF ITS USE IN RAS WATER TREATMENT

Distribution features of duckweed species (Alismatales: Araceae: Lemnoideae) on the site of polluted small Ustya river (Goryn River

basin) were investigated. Phytomass content of nitrogen, phosphorus and heavy metals was determined. Use of duckweed to remove biogenic elements from recycled water in RAS was grounded.

Keywords: biological water treatment, RAS, macroelements removal.

Гроховская Ю. Р., д.с-г.н., доцент; Кононцев С. В., к.т.н., доцент
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

АССИМИЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЯСКОВЫХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ УЗВ

Исследованы особенности распространения видов рясковых (Alismatales: Araceae: Lemnoideae) на участке загрязнённой малой реки Устя (бас. Горыни). Определено содержание в фитомассе азота, фосфора и тяжёлых металлов. Обосновано использование рясковых для удаления биогенных элементов из оборотной воды УЗВ.

Ключевые слова: биологическая очистка воды, УЗВ, удаление макроэлементов.
