

УДК 631.879.34

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.48>

ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ

Писаренко П.В. – д.с.-г.н., професор,

завідувач кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Самойлік М.С. – д.е.н.,

професор кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Диченко О.Ю. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Галицька М.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології, збалансованого природокористування та захисту довкілля,

Полтавський державний аграрний університет

Антонь М.Ю. – здобувач вищої освіти,

Полтавський державний аграрний університет

Королькова А.О. – здобувач вищої освіти,

Полтавський державний аграрний університет

На сьогодні активно йде науковий пошук методів відновлення якості поверхневих вод, у тому числі й для їх подальшого поливу. Все більш широкого напрямку набуває використання мікробіологічних, зокрема пробіотичних, препаратів для інтенсифікація процесів очистки водних систем. Але на даний час питання щодо використання пробіотиків у процесах очищення водних систем з метою отримання якісної поливної води, а також вплив даної води на ґрунтові мікроорганізми, є малодослідженим. Саме тому, постає необхідність у дослідженні можливостей використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності поливної води.

Метою проведення даної роботи стало дослідження можливостей використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності поливної води. Для цього на першому етапі проведено дослідження зразків води до та після очистки пробіотиками за хімічними показниками. Ефективність очистки була наступною: по БСК₅ – 40%, ХСК – 36%, завислі речовинам – 25%, азоту амонійному – 37%, нітриту – 53%, нітрату – 34%, марганцю та свинцю – 55%. Після очистки пробіотиком якість води відповідала нормам ГДК рибогосподарського призначення.

На другому етапі проведено оцінку фітотоксичного ефекту досліджуваних зразків води до і після очистки їх пробіотиком Світеко-Агробіотик-01 (у розведенні 1:100) на схожість, ріст та кореневу систему насіння. У результаті проведених досліджень встановлено, що після очистки пробіотиком всі зразки поливної води по всім біометричним показникам віднесені до нетоксичних (відсутня токсичність). Ефект зниження токсичності склав: по довжині коренів від 49% до 63%, при чому найбільший ефект спостерігався на найбільш забрудненому зразку води; по масі коренів від 3% до 51%, при чому найменший ефект спостерігався на найменш забрудненому зразку; по довжині наземної частини від 22% до 53%, зв'язок із забрудненням у даному випадку відсутній; по масі наземної частини від 26% до 45%, при чому зв'язок із забрудненням у даному випадку знову відсутній.

При визначенні фітотоксичності по кореням спостерігалася чітка залежність щодо збільшення ефективності очистки пробіотиком при збільшенні рівня забруднення. Таким

чином, у результаті дослідження встановлено ефективність використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності води, що дозволяє зробити припущення про можливість відновлення якості поливної води.

Ключові слова: пробіотичні препарати, поливна вода, біометричні показники, очистка.

Pysarenko P.V., Samoilik M.S., Dychenko O.Iu., Halytska M.A., Anton M.Iu., Korolkova A.O. Use of probiotic drugs to reduce the phytotoxicity of irrigation water

Today, the scientific search for methods of restoring the quality of surface waters, including for their further irrigation, is actively underway. The use of microbiological, in particular probiotic, preparations for the intensification of the processes of cleaning water systems is becoming more and more widespread. But at present, the issue of using probiotics in the processes of cleaning water systems in order to obtain high-quality irrigation water, as well as the impact of this water on soil microorganisms, is poorly researched. That is why there is a need to investigate the possibilities of using probiotic preparations to reduce the phytotoxicity of irrigation water.

The purpose of this work was to investigate the possibilities of using probiotic preparations to reduce the phytotoxicity of irrigation water. For this purpose, at the first stage, a study of water samples before and after treatment with probiotics was carried out according to chemical parameters. The efficiency of cleaning was as follows: according to BSK5 – 40%, HSK – 36%, suspended substances – 25%, ammonium nitrogen – 37%, nitrites – 53%, nitrates – 34%, manganese and lead – 55%. After treatment with probiotics, the quality of the water met the standards of the MPC for fish farming purposes.

At the second stage, the phytotoxic effect of the studied water samples before and after their treatment with the probiotic Sviteco-Agrobiotic-01 (in a dilution of 1:100) was assessed on the germination, growth and root system of seeds. As a result of the conducted research, it was established that after cleaning with probiotics, all samples of irrigation water were classified as non-toxic (no toxicity) according to all biometric indicators. The effect of reducing toxicity was: in the length of the roots from 49% to 63%, while the greatest effect was observed in the most polluted water sample; by mass of roots from 3% to 51%, while the smallest effect was observed on the least polluted sample; along the length of the terrestrial part from 22% to 53%, there is no connection with pollution in this case; by mass of the terrestrial part from 26% to 45%, while the connection with pollution in this case is again absent.

When determining the phytotoxicity of the roots, a clear dependence was observed in relation to the increase in the efficiency of probiotic cleaning with an increase in the level of pollution. Thus, as a result of the study, the effectiveness of the use of probiotic preparations to reduce the phytotoxicity of water was established, which allows us to make an assumption about the possibility of restoring the quality of irrigation water.

Key words: probiotic preparations, irrigation water, biometric indicators, cleaning.

Постановка проблеми. Наявність у тканинах рослин необхідної кількості води – обов'язкова умова життєдіяльності рослинного організму. Зрошення сільськогосподарських культур першочергово здійснюється для того, щоб підвищити рівень вологості поля і зробити ґрунт більш родючими.

Для того, щоб отримати максимальний результат (урожай) від застосування штучного зрошення, необхідно використовувати воду ефективно. В тож же час, окрім необхідної кількості поливної води, потрібна й відповідна її якість. Якість поливної води контролюється: Постановою КМУ від 02 вересня 2020 р. №766 Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням; ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії; ДСТУ 2730:2015 Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії [1–3].

Відповідно ДСТУ 7286:2012 до агрономічних критеріїв оцінювання якості природної води належать: збереження і підвищення родючості ґрунтів, зокрема попередження процесів засолення, осолонцювання, порушення біологічного режиму ґрунтів; забезпечення планової врожайності сільськогосподарських культур, зокрема продуктивності та інтенсивності розвитку; забезпечення необхідної якості сільськогосподарської продукції, зокрема повноцінності та доброякісності [3].

Під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності [2]. У ДСТУ 2730:2015 вказано, що якщо поливна вода віднесена до II або III категорії, її використання для поливу можливе тільки після проведення заходів щодо відновлення якості поливної води.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В теперішній час активно йде науковий пошук методів відновлення якості поверхневих вод, у тому числі й для їх подальшого поливу. Цим займаються як вітчизняні [4–7] так і зарубіжні [8–10] дослідники. Існуючі методи відновлення якості поверхневих вод можна розділити на дві групи: заходи, що проводяться на водозборі й заходи, що проводяться безпосередньо на водоймі (профілактичні). Ефективність одних і тих ж методів на різних водоймах відрізняється. Це пояснюється відмінністю в географічних, кліматичних умовах, характеристиках водойми і в їх господарському використанні. Тобто, методи очистки для кожного конкретного водоймища потрібно підбирати, враховуючи його регіональні особливості. При цьому має використовуватися не один метод, а формуватися оптимальна комплексна система регулювання забруднюючих речовин у водоймі.

Потрібно відзначити, складність використання будь-яких методів очистки поверхневих вод, при цьому найбільш ефективний метод – це повернення їх у природний стан та посилення механізму самоочистки. Але виключити неконтрольовані забруднення у сучасних умовах неможливо, тому дана задача є дуже складною. Використання хімічних методів теж є досить ускладненим у природних умовах, адже їх внесення у поверхневі водойми може призвести до вторинного забруднення.

Все більш широкого напрямку набуває використання мікробіологічних, зокрема пробіотичних, препаратів для інтенсифікація процесів очистки водних систем [11–16]. Але на даний час питання щодо використання пробіотиків у процесах очищення водних систем з метою отримання якісної поливної води, а також вплив даної води на ґрунтові мікроорганізми, є малодослідженим. При всьому комплексі методів відновлення якості поверхневої води, у тому числі для зрошення, що наводиться у науковій літературі, питання використання бактерій, зокрема пробіотиків, для очищення поверхневих водних об'єктів є на сьогодні недостатньо вивченими. Саме тому, постає необхідність у дослідженні можливостей використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності поливної води.

Метою даної роботи стало дослідження можливостей використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності поливної води.

Постановка завдання. Визначення фітотоксичності здійснювали на основі методу паростків [17, 18], заснованого на реакції дослідної культури на різні забруднювачі. Це дозволяє виявити токсичну або стимулюючу дію тих чи інших речовин [19]. Фітотоксичність води визначали за величиною фітотоксичного ефекту за кількістю рослин, що виростили з моменту посіву насіння на 7 добу, розмірами та масою рослин (наземної і кореневої частини) на 14 добу [18].

Визначення фітотоксичного впливу ґрунтового середовища на біометричні показники рослин *Triticum aestivum* здійснювали на підставі розрахунку за формулою [19]:

$$FE = [(M_o - M_k) / M_o] \times 100\%,$$

де M_o – маса або ростові показники рослин із контрольним зразком;

M_k – маса або ростові показники рослин, що досліджується.

Всі досліді проведені в чотирикратній повторності. Відбір проб води здійснювали відповідно до ДСТУ ISO 5667-11:2005 [20]. Вимірювання проведені

відповідно до методики виконання вимірювань (ДСТУ; ГОСТ; МВВ), допущених до використання [21]. Аналіз проб здійснювався по наступних показникам: нітрити (ДСТУ ISO 6777:2003 [22]), нітрати (ДСТУ 4078-2001 [23]), азот амонійний (ДСТУ ISO 5664:2007 [24]), ХСК – ДСТУ ГОСТ 31859:2018 [25], БСК5 – ДСТУ ISO 5815-1:2009 [26], завислі речовини [27], свинець (ДСТУ ISO 11885:2005 [28]).

Для оцінки якості поливної води взято проби на глибині 0,2–0,5 м від поверхні водойми в річці Псел (Шишацький район, Полтавська область), вода з якої використовується для поливу. Проби води бралися між 12:00 годиною та 17:00 у весняний, літній та осінній період протягом 2 років (2019-2020 рр.) у 4 точках відбору. Місця забору відображено на рис. 1.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для оцінки ефективності використання пробіотичних препаратів для регулювання якості поливної води на першому етапі проведено дослідження зразків води до і після очистки за хімічними показниками.

У порівняльних дослідженнях тестувалися три пробіотичні препарати – Світеко-ППВ, Світеко-ОПЛ та СвітекоАгробіотик-01 (відповідно попередніх досліджень [29] розбавлення 1:100) Експерименти проводилися в статичному (лабораторному) режимі. Для дослідження використовували найбільш забруднений зразок

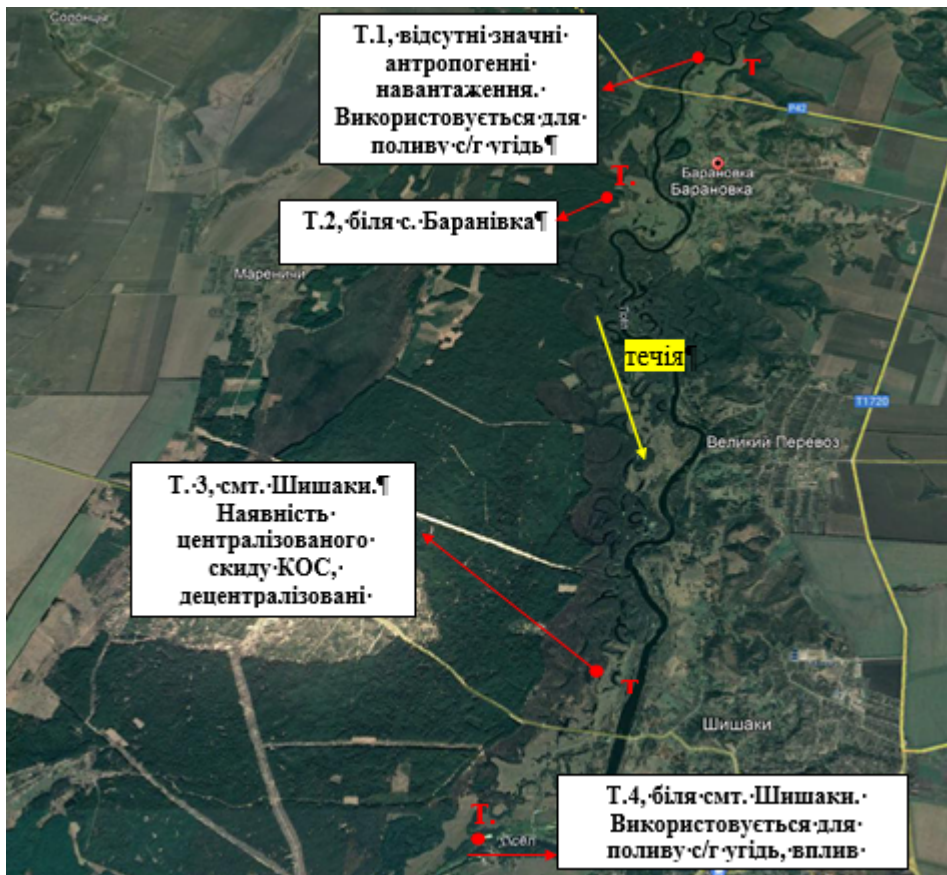


Рис. 1. Місця забору проб води

води, набраної у р. Псел. Температура підтримувалася на рівні 20 °С. Період очищення – 14 діб.

У результаті дослідження (табл. 1) встановлено, що зміна відбувається наступних показників: БПК₅, ХПК, завислі речовини, нітрит та нітрат іони, азот амонійний, важкі метали (марганець, свинець). Відсутній вплив на вміст фосфору та заліза.

Таблиця 1

Показники якості води до і після очистки пробіотичними препаратами

Показники	До очистки (усереднена)	Світеко- ППВ	Світеко- ОПЛ	Світеко Агробіотик-01	ГДК*/ норма
БСК ₅ , мгО/дм ³	4,2	3,3	3,0	2,5	3,0
Завислі речовини, мг/дм ³	26,41	21,68	20,85	19,55	25,0
ХСК, мгО/дм ³	34,05	23,45	23,38	21,53	25,0
Азот амонійний, мг/дм ³	1,441	1,009	0,997	0,897	0,5-1,0
Нітрат-іони, мг/ дм ³	11,02	8,15	8,15	7,22	40,0
Нітрит-іони, мг/ дм ³	0,15	0,08	0,08	0,07	0,08
рН	8,0	7,9	7,9	7,8	8,0
Марганець (ЗР), мг/дм ³	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
Свинець	0,055	0,03	0,03	0,02	0,03

Таким чином, у результаті проведеного дослідження встановлено, що найвищий ефект по більшості речовин мав СвітекоАгробіотик-01. При чому, ефективність очистки була наступною: по БСК₅ – 40%, ХСК – 36%, завислі речовинам – 25%, азоту амонійному – 37%, нітрити – 53%, нітрати – 34%, марганцю та свинцю – 55%. Після очистки пробіотиком якість води відповідала нормам ГДК рибогосподарського призначення.

Результати попередніх досліджень показали ефективність очистки поливної води біологічними методами. У даний час використання пробіотичних препаратів для очистки компонентів довкілля, у тому числі водних систем, маловивчений напрямок. Тому на наступному етапі проведено оцінку фітотоксичного ефекту досліджуваних зразків води до і після очистки їх пробіотиком Світеко-Агробіотик-01 (у розведенні 1:100) на схожість, ріст та кореневу систему насіння.

Порівняння кількості пророслого насіння пшениці озимої та ФЕ на зразках води до і після очистки води пробіотичними препаратами приведено на рисунках 2 та 3.

У результаті очистки пробіотичними препаратами фітотоксичність води по кількості пророслого насіння пшениці озимої у всіх зразках зменшилася на 5–9%, а зразки води із Т.3 і Т.4 із середньо токсичних перейшли у нетоксичні (відсутня токсичність) води. Аналогічні дослідження по іншим біометричним показникам до і після очистки води пробіотиком приведено на рис. 4–7.



Рис. 2. Кількість пророслого насіння пшениці озимої на зразках води до і після очистки води пробіотичними препаратами, %

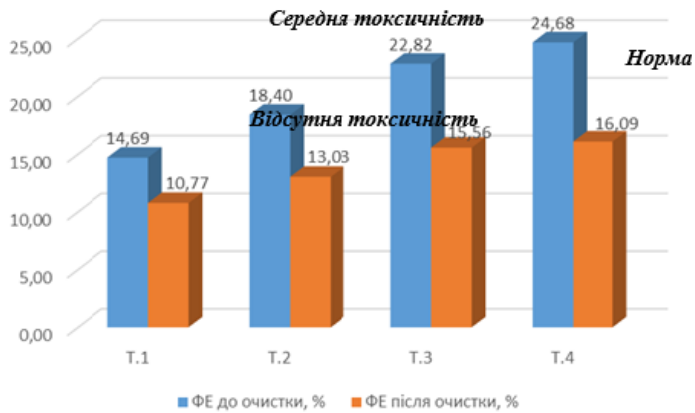


Рис. 3. Фітотоксичний ефект на зразках води (по кількості пророслого насіння пшениці озимої) до і після очистки води пробіотичними препаратами, %

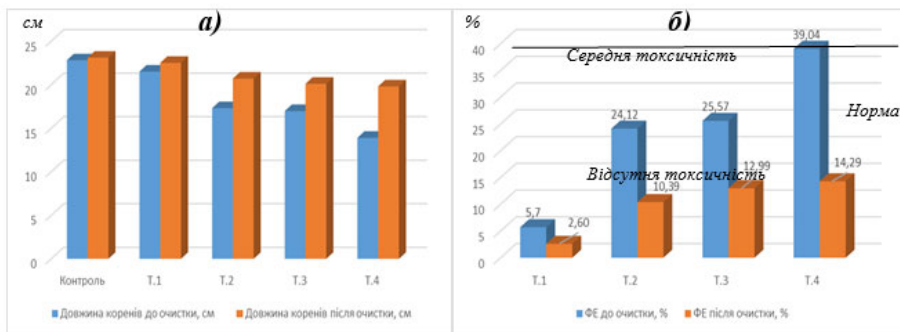


Рис. 4. Результати очистки поливної води за допомогою пробіотиків (до і після очистки): а – по довжині коренів пшениці, см; б – фітотоксичний ефект, %

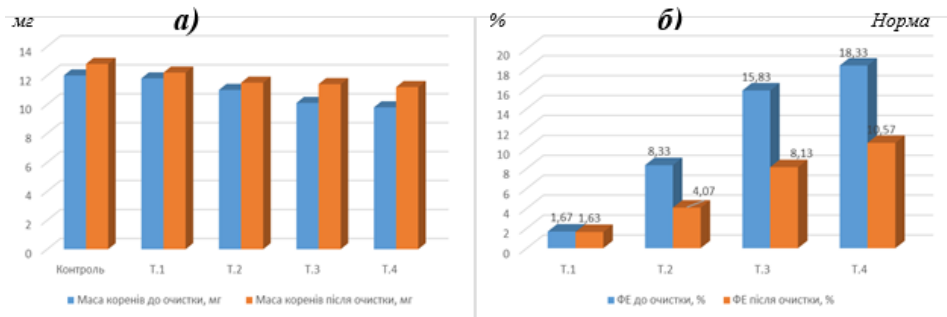


Рис. 5. Результати очистки зразків поливної води за допомогою пробіотиків (до і після очистки): а – по масі коренів пшениці, мг; б – фітотоксичний ефект, %

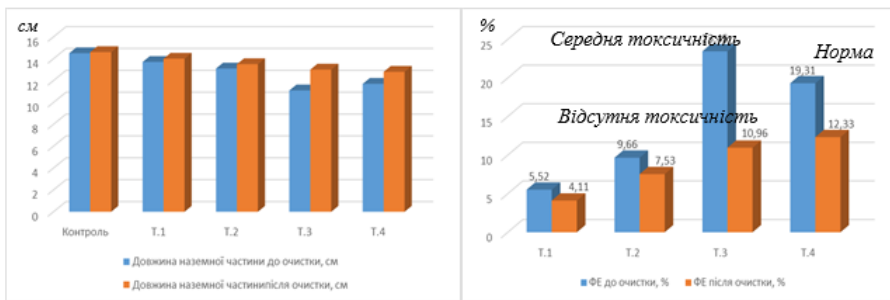


Рис. 6. Результати очистки зразків поливної води за допомогою пробіотиків (до і після очистки): а – по довжині наземної частини пшениці, см; б – ФЕ, %

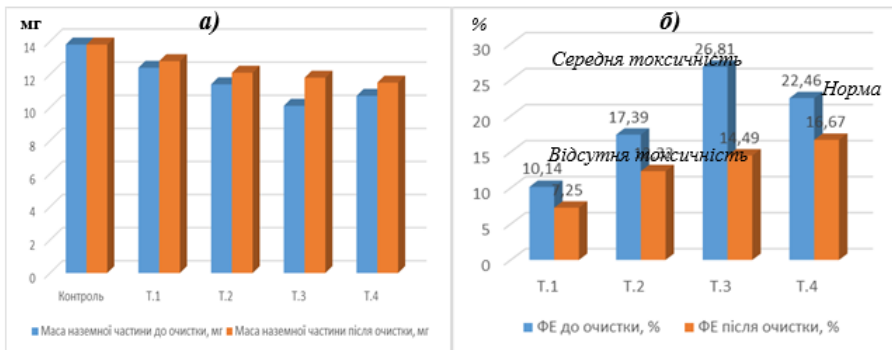


Рис. 7. Результати очистки зразків поливної води за допомогою пробіотиків (до і після очистки): а – по масі наземної частини пшениці, мг; б – фітотоксичний ефект, %

Висновки і пропозиції. У результаті проведених досліджень встановлено, що після очистки пробіотиком всі зразки поливної води по всім біометричним показникам віднесено до нетоксичних (відсутня токсичність).

Ефект зниження токсичності склав:

– по довжині коренів від 49% до 63%, при чому найбільший ефект спостерігався на найбільш забрудненому зразку води;

- по масі коренів від 3% до 51%, при чому найменший ефект спостерігався на найменш забрудненому зразку;
- по довжені наземної частини від 22% до 53%, зв'язок із забрудненням у даному випадку відсутній;
- по масі наземної частини від 26% до 45%, при чому зв'язок із забрудненням у даному випадку знову відсутній.

При визначенні фітотоксичності по кореням спостерігалася чітка залежність щодо збільшення ефективності очистки пробіотиком при збільшенні рівня забруднення. Таким чином, у результаті дослідження встановлено ефективність використання пробіотичних препаратів для зниження фітотоксичності води, що дозволяє зробити припущення про можливість відновлення якості поливної води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Постанова КМУ від 02 вересня 2020 р. №766 Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням.
2. ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії.
3. ДСТУ 2730:2015. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії.
4. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Середа М.С. Удосконалення регулювання евтрофікації водних об'єктів за допомогою біологічних методів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №2. С. 135–144.
5. Грищенко Ю.Н., Волкова Л.А. Комплексне використання водних ресурсів та охорона навколишнього середовища. Київ: УМК ВО, 1989. 215 с.
6. Екологічні основи управління водними ресурсами: навч. посіб./ А.І. Томільцева та ін. Київ: Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.
7. Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління: підручн. для студ. ВНЗ/ Яцик А.В., Грищенко Ю.М., Волкова Л.А., Пашенюк І.А. Київ: Генеза, 2007. 360 с.
8. Cloern J. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*. 2001. P. 223–253. doi: 10.3354/meps210223
9. Nasonkina N G. Pretreatment of waste water with probiotic agents. *MOTROL. Commission of motorization and energetic in agriculture*. Lublin: Polish Academy of sciences. 2014. Vol. 16. №6. P. 125–132.
10. Chelliapan S., Wilby T., Sallis P.J. Performance of an up-flow anaerobic stage reactor (UASR) in the treatment of pharmaceutical wastewater containing macrolide antibiotics. *Water Res.* 2006. № 40. P. 507–516.
11. Оліферчук В.П., Гурла У.Р., Сенюк О.Р., Ходзінськ А.І. Застосування мікроміцетів для очищення стічних вод за допомогою біоконвеєра. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2008. Вип. 183. С. 22–29.
12. Писаренко П.В., Самойлік М.С., Диченко О.Ю., Цьова Ю.А. Дослідження фунгіцидних властивостей мінералізованої пластової води на посівах проса. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. №1. С. 197–203.
13. Anjaneyulu Y., Sreedhara Chary & D N. Samuel Suman Raj. Decolourization of Industrial Effluents – Available Methods and Emerging Technologies – A Review. *Reviews in Environmental Science and Bio*. 2015. Technology volume 4. P. 245–273.
14. Ferreira, J.G., Andersen, J.H., Borja, A., Bricker, S.B., Camp, J., Cardoso da Silva M., Garcés, E., Heiskanen, A.-S., Humborg, C., Ignatiades, L., Lancelot, C. Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2011. № 93 (2). P. 117–131.
15. Yang X., Wu X., Hao H. Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*. 2008. № 9 (3), P. 197–205.

16. Pysarenko P., Samoilik M., Taranenko A., Tsova Y., Sereda M. Case study: Influence of probiotics-based products on phytopathogenic bacteria and fungi in agrocenosis. *Agraarteadus*. 2021. № 32(2). P. 303–306.

17. ДСТУ ISO 11269-1:2004. Якість ґрунту. Визначення дії забрудників на флору ґрунту. Частина 1. Метод визначання інгібіторної дії на ріст коренів (ISO 11269-1995, IDT). [Чинний від 2005-07-01]. Вид. офіц. Харків : Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського Української Академії аграрних наук, 2005. 184 с.

18. ДСТУ ISO 11269-2: 2002. Якість ґрунту. Визначання дії забрудників на флору ґрунту. Частина 2. Вплив хімічних речовин на проростання та ріст вищих рослин (ISO 11269-1995, IDT). [Чинний від 2004-05-01]. Вид. офіц. Київ. Держстандарт України, 2004. 22 с.

19. Грицаєнко Г.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ, 2003. 320 с.

20. ДСТУ ISO 5667-11:2005 Якість води. Відбирання проб. Частина 11. Наставни щодо відбирання проб підземних вод (ISO 5667-11:1993, IDT).

21. Перелік нормативних документів, які регламентують вимоги до якості води та ґрунту і нормативних та методичних документів, які регламентують визначення складу і властивостей проб об'єктів довкілля: затверджені наказом Державного Комітету України по водному господарству від 19.11.2007 р. Київ, 2007. 45 с.

22. ДСТУ ISO 6777:2003 Якість води. Визначання нітритів. Спектрометричний метод молекулярної абсорбції (ISO 6777:1984, IDT).

23. ДСТУ 4078-2001 Якість води. Визначання нітрату. Частина 3. Спектрометричний метод із застосуванням сульфосаліцилової кислоти (ISO 7890-3:1988, MOD).

24. ДСТУ ISO 5664:2007 Якість води. Визначення амонію. Метод дистилювання та титрування (ISO 5664:1984, IDT).

25. КНД 211.1.4.021-95. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах.

26. ДСТУ ISO 5815-1:2009 Якість води. Визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСКn). Частина 1. Метод розведення та засівання з додаванням алілтіосечовини (ISO 5815-1:2003, IDT)

27. ГОСТ 18164-72 Вода питна. Метод визначення вмісту сухого залишку.

28. ДСТУ ISO 11885:2005 Якість води. Визначання 33 елементів методом атомно-емісійної спектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (ISO 11885:1996, IDT).

29. Pisarenko P.V., Samoilik M.S., Korchagin O.P. Phytotoxic assessment of sewage treatment methods in disposal sites. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 341.