

УДК 639.2(476)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-2.23>

ПРИЧИНИ ПОГІРШЕННЯ ЯКОСТІ ВОДИ В ЗРОШУВАЛЬНИХ КАНАЛАХ

Корнієнко В.О. – к.с.-г.н., доцент кафедри аквакультури,

Херсонський державний аграрний університет

Кутіщев П.С. – к.с.-г.н., доцент, в.о. завідувача кафедри аквакультури,

Херсонський державний аграрний університет

Ладичук Д.О. – к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри гідромеліорації,

Херсонський державний аграрний університет

У статті наведено результати досліджень за період 2008–2016 рр., які стосуються застосування інноваційних способів визначення якості зрошувальної води. Встановлено, що сьогодні для всебічної оцінки зрошувальної води застосовуються тільки методи, засновані на визначенні та подальшій оцінці тільки деяких абіотичних чинників. Це не дозволяє оцінити зміни у водній екосистемі, оцінити ступінь порушень, з'ясувати їх механізм і дати прогноз подальшої зміни в екосистемі. Тільки комплексна оцінка якості зрошувальної води, яка включає гідрохімічні і гідробіологічні характеристики, дозволяє повною мірою оцінити зміни у ланцюзі «вододжерело – канал – трубопровід – ґрунт – рослина – людина».

Як біоіндикатори якості зрошувальної води в каналі були залучені всі групи гідробіонтів, за винятком риби, які є характерними для досліджуваної території.

Встановлено, що у літньо-осінньому фітопланктоні Каховського магістрального каналу нараховується 16 таксонів водоростей, з яких синьо-зелених – 4, зелених – 4, діатомових – 7 і пірофітових – 1. Розрахунки величини первинної продукції показали, що при потужності фотичного шару біомаси фітопланктону 1,5 м на різних ділянках каналу (від 0,65 до 1,25 г/м²), вона знаходилась в межах 91,0–175,0 г/м².

Зоопланктон надходить у канал з водозабору як сформований комплекс, характерний для ділянки водосховища, з якої подається вода. Домінуючими на усіх ділянках каналу були веслоногі ракоподібні.

У каналах виділяються два основних угруповання тварин зообентосу: угруповання необлицьованого русла – пелореофільний комплекс, представлений личинками комах (хіронomid, однокриль, двокриль і ін.) та малоцетинковими червами; угруповання облицьованих ділянок – літореофільний комплекс, представлений вищими ракоподібними (*Gammarus pulex*, *Dikerogammarus haemobaphes*), двостулковими (*Dreissena polymorpha*) і червоногими (*Theodoxus fluviatilis*) молюсками, які домінували на кожній з обстежених ділянок і давали 91–99% біомаси зообентосу.

Встановлено, що зообентос перейшов у перифітон (перемістився з днища каналу на його відкоси). За наявним складом та чисельністю організмів зрошувальна вода відноситься до β-мезосапробної зони (за безхребетними тваринами – 15 та 11 балів, за макрофітами – 17 та 16 балів).

Паралельно з гідробіологічними дослідженнями проводились і гідрохімічні, які зіставлялись між собою для остаточного вибору надійного біоіндикатора.

Найбільш якісним біоіндикатором виявився перифітон, який чітко реагував на швидкісний та рівневий режими у зрошувальних каналах, а також на якість зрошувальної води.

Ключові слова: вода, якість, канал, зрошення, ґрунт, планктон, бентос, перифітон, біомаса, продукція, біологічний індикатор.

Korniienko V.O., Kutishchev P.S., Ladychuk D.O. Causes of poor water quality in irrigation canals

The results of the research for the period 2008–2016 concerning the use of innovative ways for determining the quality of irrigation water are presented. It is established that today only methods based on the determination and subsequent evaluation of only a number of abiotic factors are used for comprehensive irrigation assessment. It does not allow us to estimate changes in the aquatic ecosystem, to estimate the degree of disturbances, to find out their mechanism and to predict the further changed ecosystem. Therefore, only a comprehensive assessment of the quality

of irrigation water, which includes hydrochemical and hydrobiological characteristics will allow to fully assess changes in the chain of water source-channel-pipeline-soil-plant-man.

Irrigation water quality bioindicators in the channel included all groups of hydrobionts (except fish), which are common in the research area.

It is established that in the summer and autumn phytoplankton of the Kakhovka main canal there are 16 taxa of algae, of which blue-green – 4, green – 4, diatoms – 7 and pyrophytic-1. Calculations of the value of primary production showed that at the power of the photic layer of 1.5 m phytoplankton biomass in different sections of the channel from 0.65 to 1.25 g/m², it was in the range of 91.0–175.0 g/m².

Zooplankton enters the canal from the water intake as a formed complex, characteristic of the reservoir section from which water is supplied, and the crustaceans were dominant in all sections of the canal.

There are two major groups of zoobenthos animals in the channels: the grouping of the unlined bed – the Peloreophilic complex, represented by insect larvae (chironomids, monopods, two-winged, etc.) and small-billed worms;), bivalves (*Dreissena polymorpha*) and gastropods (*Theodoxus fluviatilis*) molluscs, which dominated each of the surveyed sites and produced 91–99% of zoobenthos biomass.

Zoobenthos was found to have become peripheral (moved from the bottom of the channel to its slopes). In terms of composition and number of organisms, irrigation water belongs to the β – mesosaprobic zone (for invertebrates – 15 and 11 points, for macrophytes – 17 and 16 points).

Hydrochemical studies were also carried out in parallel with the hydrobiological studies, which were compared for the final selection of a reliable bioindicator.

The most natural bioindicator was periphyton, which clearly responds to the speed and level regimes in irrigation channels, and, accordingly, to the quality of irrigation water.

Key words: water, quality, channel, irrigation, soil, plankton, benthos, periphyton, biomass, production, biological indicator.

Постановка проблеми. З початком активного використання водних ресурсів у всьому світі, зокрема і в Україні, питання ресурсозбереження і раціонального використання прісної води стало одним з головних напрямів сталого розвитку людства. Ця концепція безпосередньо впливає не тільки на екологічний стан природного середовища, але й одночасно є умовою успішного розвитку практично усіх галузей народного господарства. Відомо, що особливо потерпає від дефіциту прісної води Південь України, в межах якого загальний об'єм підземних прісних вод є досить обмеженим. Останнє викликало необхідність штучного переміщення значної кількості прісної води в райони, в яких спостерігається її дефіцит. Для вирішення цієї проблеми на більшості великих річок України були створені греблі і утворилися водосховища різного призначення.

Створення водосховищ дало потужний імпульс розвитку зрошувального землеробства у південних районах України. Водою Дніпра живиться Каховська (106 тис. га), Північно-Кримська (170 тис. га), Краснознаменська (94 тис. га), Інгулецька (94 тис. га), Рогачинська (30 тис. га) зрошувальні системи. Крім того, значні обсяги води з водосховищ використовуються для водозабезпечення великих міст та промислових центрів – Києва, Черкас, Кременчука, Кам'янського, Дніпра, Запоріжжя, Нікополя, Марганцю та Херсона. У сучасних умовах водою Дніпра зрошується більше 1 млн га земель. Загальний об'єм водоспоживання, що забирається безповоротно, сягає 15–17 км³.

Ефективність роботи зрошувальних систем залежить від технологічно оптимального використання розподільчих відкритих каналів, що зумовлюється їх пропускною спроможністю та необхідністю достатньо високих якісних характеристик води. Останнє залежить від впливу низки біотичних факторів навколишнього середовища, таких як склад і кількісний розвиток планктону, бентосу і вищих водних рослин. Це значною мірою залежить від конструкції русла, швидкості течій, коливання рівня і присутності завислих речовин. Недопустимою є засміченість зрошувальної води відкритих розподільчих каналів. Ці фактори впливають на біопродукційні процеси та якість зрошувальної води.

Поняття «якість зрошувальної води» розуміємо як комплексну оцінку, яка включає гідрохімічні і гідробіологічні характеристики. Нині продовжує використовуватися традиційний підхід до оцінки якості води, заснований на визначенні тільки низки абіотичних показників. Це не дозволяє оцінити зміни у водній екосистемі, оцінити ступінь порушень, з'ясувати їх механізм і дати прогноз подальшої зміни в екосистемі. Такі завдання можна вирішити за допомогою використання методів біоіндикації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За рахунок змін гідрологічного режиму Дніпро практично самоотруївся, що знизило його природну біологічну продуктивність за останні 30 років у 32 рази. Оскільки вода з Каховського водосховища забирається через систему каналів на зрошення сільськогосподарських культур, це може привести до погіршення стану зрошуваних ґрунтів.

Аналіз стану меліоративного комплексу показує, що зрошувальні системи відпрацювали більше 30 років, у низці випадків знос насосних агрегатів становить більше 50%. Проблема зносу зрошувальної мережі посилюється за рахунок низької ефективності роботи насосних станцій, однією з основних причин якої є забруднення зрошувальної води гідробіонтами переважно рослинного походження і зеленими водоростями. Інтенсивному розвитку водоростей в зрошувальній воді сприяють такі чинники:

- сприятливий температурний режим;
- інтенсивна освітленість в літній період;
- наявність слабкозуженого середовища та необхідної кількості поживних речовин у водоймі [1; 5].

Недостатнє очищення зрошувальної води призводить до зниження продуктивності насосних станцій підкачування, розташованих на транзитних ділянках магістральних каналів, до 73%, а на тупикових – до 63%. На водозабірних спорудах насосних станцій забруднення сміттєутримуючих решіток і перепад рівнів в 0,1 м викликають збільшення споживання електроенергії до 1,22 кВт/год на кожен кубометр води, що подається, тоді як при нормальній роботі споживання становить 0,6–0,7 кВт/год [4]. У процесі експлуатації перепад на сміттєутримуючих решітках може сягати 0,3–0,5 м, що викликає кавітаційні процеси в насосно-силових агрегатах, швидкий знос робочих коліс і вихід насосного обладнання з ладу. Вищевикладене ускладнюється ще й тим, що гідробіонти, які забираються насосами, потрапляють в напірні трубопроводи закритої зрошувальної мережі, забиваючи до 25% дощувальних апаратів і насадок дощувальних машин. У результаті якість і ефективність поливу сильно знижуються, що призводить до втрати урожаю сільськогосподарських культур [1]. Водночас у міру надходження органічних і біогенних речовин відбувається поступова зміна хімічного складу води, видового складу гідробіонтів, відбувається перебудова структури і функцій екосистеми в цілому. Це дозволяє при з'ясуванні умов зміни структури і функцій екосистеми встановлювати якість зрошувальної води.

Регулювання складу і великої кількості водоростей в каналах можливе на основі знання закономірностей формування і динаміки фітопланктону, фітобентосу та зообентосу в них. Найголовнішою особливістю каналів є те, що вони являють собою штучні водотоки з регульованим режимом. Тому в них виникають можливості для регулювання складу водоростевих угруповань шляхом підбору залежно від конкретних умов місцевості і призначення каналів.

Дуже велике значення при цьому має прогнозування розвитку і розподілу водоростей в каналах в зв'язку з тим, що водорості нерідко є причиною виникнення

істотних перешкод в експлуатації каналів, а проведення заходів з обмеження перешкод у вже діючих каналах пов'язане з дуже великими труднощами. Ці заходи повинні бути передбачені ще при проектуванні і будівництві каналів з огляду на прогноз особливостей розвитку фітопланктону, фітобентосу та зообентосу в них.

Роль, ступінь участі і абсолютна кількість кожного з цих компонентів варіюють як в різних каналах, так і в одному каналі. Прогноз розвитку та якісного складу біотичних складників каналу повинен будуватись на характері останніх, властивому для вододжерела каналу, і на всьому різноманітному і складному комплексі умов, що створюються в самому водотоці [5].

У каналах, що живляться водою рівнинних водосховищ, слід прогнозувати дуже багатий і різноманітний фітопланктон, адже тут, як правило, виникає комплекс умов, що сприяють масовій вегетації водоростей (значна кількість біогенних речовин за рахунок надходження з вододжерела і змиву з прилеглих територій, особливо при проходженні траси родючими оброблюваними ґрунтами і густонаселеними місцевостями; зазвичай достатня прозорість води протягом більшої частини вегетаційного періоду; помірна проточність (до 0,5–0,6 м/с)). У цих каналах слід очікувати більш-менш регулярного виникнення цвітіння води як в результаті надходження водоростей з вододжерел, так і внаслідок їх розвитку в самих штучних водотоках. Останнє викликає недопустиму засміченість зрошувальної води розподільчих відкритих каналів.

Це підтверджується тим, що в таких умовах коефіцієнт використання зрошувальної води дорівнює 0,58, а на насосних станціях підкачування, розташованих посередині зрошувальної системи, він становить 0,42. На насосних станціях, розташованих в кінці системи, цей коефіцієнт становить 0,36. Коефіцієнт готовності до роботи насосної станції і водозабірної споруди дорівнює 0,9, при цьому в період інтенсивного вмісту засмічених включень його показники знижуються до 0,7–0,8 [4].

Постановка завдання. Мета статті – розробка наукового обґрунтування прогнозування якості води зрошувальних каналів на основі параметрів розвитку біотичної складової екосистеми. Встановлення механізму розвитку гідробіонтів у зрошувальних каналах дозволить конкретизувати комплекс заходів, необхідних для очищення зрошувальної води на водозаборах насосних станцій, і сприятиме підвищенню продуктивності насосно-силових агрегатів, забезпечить безперебійну роботу широкозахватних дощувальних машин і збільшення урожайності сільськогосподарських культур.

Дослідження формування складу основних груп гідробіонтів та їх кількісного розвитку у Головному Каховському магістральному каналі (ГКМК), аналіз оцінки гідрологічних характеристик та якості зрошувальної води проводилися проблемною науково-дослідною лабораторією аквакультури та фахівцями кафедри гідротехнічного будівництва, водної інженерії та водних технологій ДВНЗ «ХДАУ» протягом останніх років. На 4-х б'єфах (8-ми станціях) каналу проведено відбір та камеральну обробку проб за методиками гідробіологічних досліджень [6–13].

З метою дослідження фітопланктону відбиралися проби з наступною їх обробкою згідно з класичною методикою, біомаса фітопланктону визначалася об'ємно-ваговим методом [10]. Збір матеріалів для вивчення розвитку зоопланктону здійснювався за допомогою планктонної сітки Апштейна. Кількісна обробка проб, яка передбачала визначення чисельності та біомаси зоопланктерів, проводилася у камеральних умовах з використанням методик, що були запропоновані В.І. Жадінім [9]. Якісний склад зоопланктону вивчався у кількісних пробах за допомогою спеціальних визначників [11].

З метою вивчення розвитку донної фауни за допомогою середньої моделі дночерпача Петерсена (площа захоплення 0,025 м) відбиралися подвійні проби ґрунту, що передбачено відповідними методиками. У камеральних умовах донні організми розподілялися за таксономічними групами з подальшим визначенням їх видової приналежності [12].

Розрахунок потенційно можливої продукції здійснювався на підставі результатів обробки гідробіологічних проб та визначених середньосезонних показників розвитку головних груп гідробіонтів з використанням продукційно-біомасових (P/B) коефіцієнтів, значення яких наведені у спеціальній літературі [13].

При виконанні хімічного аналізу зрошувальної води у відібраних зразках визначався склад іонів CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+K^+ . Реакція водної витяжки визначалася потенціометрично. Визначення карбонатної і бікарбонатної лужності проводилося методом послідовного титрування досліджуваного розчину сірчаною кислотою. Вміст хлоридів визначався аргентометричним методом за Мором, сульфатних іонів – ваговим методом із контролем за різницею між сумою катіонів і сумою аніонів, кальцію і магнію – трилонометричним методом, натрію і калію – на полум'язному фотометрі. Сухий залишок визначався ваговим методом після випарювання проби на водяній бані. Паралельно для кожної проби обчислювалася мінералізація підсумовуванням величин шляхом визначення вмісту іонів [14; 15].

Оцінка якості зрошувальної води виконувалась за сучасними стандартами [16; 17].

Виклад основного матеріалу дослідження. Флористичний стан вищих водних рослин каналів формується за рахунок біофонду джерел живлення. У ГКМК в межах дослідженої акваторії до складу макрофітів входило 7 видів рослин. У червні найбільш інтенсивно розвиваються роголистник, нитчасті водорості та кушир, які на ділянках 1–3 б'єфів давали майже 100% біомаси, а на 4-му б'єфі певну роль у створенні біомаси відігравали рдесники.

Загальні показники біомаси на різних ділянках каналу перебували в межах 250,5–1781,2 г/м². Восени головну роль в накопиченні біомаси макрофітів відігравали валіснерія та уруть, які давали від 57 до 73% рослин. Показники біомаси знизились на усіх ділянках і становили від 141,1 до 882,4 г/м² (табл. 1).

Таблиця 1

Сезонна динаміка розвитку макрофітів у ГКМК, г/м²

Групи організмів	Точки відбору			
	1	2	3	4
	червень			
Нитчасті водорості (Confervoidea)	40,92	84,9	73,3	88,4
Рдест кучерявий (Potamogeton crispus)	-	-	-	19,6
Рдест волосевидний (Potamogeton trichoides)	-	-	-	3,2
Кушир занурений (Ceratophyllum demersum)	122,8	-	7,10	10,0
Роголист (Ceratophyllum sp.)	86,8	1226,0	856,0	1660,0
Загальна кількість	250,5	1310,9	936,4	1781,2
	вересень			
Нитчасті водорості (Confervoidea)	-	-	64,6	89,0
Валіснерія (Valisneria spiralis)	56,9	355,1	330,4	300,8
Роголистник (Ceratophyllum sp.)	60,1	61,1	53,0	150,4
Уруть колосиста (Myriophyllum spicatum)	24,1	235,0	155,4	342,2
Загальна кількість	141,1	651,2	603,4	882,4

Каховське водосховище характеризується різноманітним фітопланктоном, що зумовлює його розвиток в ГККМ. Як показали наші дослідження, у літньо-осінньому фітопланктоні Каховського магістрального каналу нараховується 16 таксонів водоростей, з яких синьо-зелених – 4, зелених – 4, діатомових – 7 і пірофітових – 1. Обстеженнями, проведеними на ГКМК, встановлено, що максимум розвитку фітопланктону припадає на найбільш теплі місяці літа – липень та серпень. При цьому спостерігалася така загальна тенденція: якщо рік прохолодний, то інтенсивність розвитку водоростей менша, ніж у роки зі спекотним літом.

У червні на ділянці каналу від водозабору до б'єфу № 1 (ст. 1–2) домінували синьо-зелені водорості (*Aphanizomenon flos-aquae* та *Oscillatoria limnetica*), які при чисельності 5,093 млн кл/л давали біомасу 0,280 г/м³. На станціях 3–4 (2-й б'єф) синьо-зелені водорості повністю випадали із складу фітопланктону і домінуючими були зелені (*Ankistrodesmus minutissimus* і *Chlorococum dissectum*), чисельність яких коливалась в межах 0,279–0,899 млн кл/л, а біомаса сягала 0,490 г/м³ (табл. 2).

На ділянках від другого до четвертого б'єфу (ст. № 5–8) спостерігалось зростання чисельності і біомаси синьо-зелених водоростей, на долю яких припадало від 14 до 50% загальної біомаси. Крім названих *Aphanizomenon* та *Oscillatoria*, в складі синьо-зелених з'явився *Nostos linckia*. Доля зелених водоростей (0,08 г/м³) складала близько 31%, діатомових (0,05 г/м³) – 19,0% (табл. 2).

У вересні спостерігалось підвищення загальної біомаси фітопланктону майже на усіх ділянках каналу, крім станцій № 2–4. На станціях № 1–2 біомаса фітопланктону зросла порівняно з червневими показниками в 2,7 разів за рахунок інтенсивного розвитку зелених водоростей (75,8% загальної біомаси). Доля діатомових водоростей складала більше 19,0%, а синьо-зелених – 5,1%.

На станціях № 3–6 біомаса була нижчою в 2–4 рази порівняно з її показниками на попередній ділянці. Тут домінантними за чисельністю і біомасою були синьо-зелені водорості.

На кінцевій ділянці, особливо на передостанній станції 7, спостерігалось зростання чисельності і біомаси синьо-зелених і діатомових водоростей. Інтенсивність розвитку фітопланктону на даній станції була найвищою: чисельність досягала 3,036 млн кл/л, біомаса – 0,840 г/м³. Аналіз динаміки розвитку фітопланктону показав, що влітку його видове різноманіття знижується від першого до третього б'єфу, що зумовлюється швидкостями течії. З літературних джерел відомо, що зниження рівня цвітіння синьо-зелених водоростей відбувається вже при швидкості течії у водотоках 0,2 м/с, а критичною для більшості цих водоростей є швидкість близько 0,6 м/с. Більш реофільні діатомові водорості добре вегетують при швидкостях течії близько 0,7 м/с, а критичною для них є швидкість близько 2,0 м/с [18]. На ділянці 4-го б'єфу, де швидкість течії суттєво знижується, спостерігалось зростання видового різноманіття фітопланктону, а його чисельність і біомаса підвищувались за рахунок розвитку як діатомових і зелених водоростей, так і синьо-зелених (табл. 2).

Розрахунки величини первинної продукції показали, що при потужності фотичного шару біомаси фітопланктону 1,5 м на різних ділянках каналу (від 0,65 до 1,25 г/м²) вона знаходилась в межах 91,0–175,0 г/м². Максимальні величини первинної продукції спостерігались на ділянках 1 і 2-го б'єфів, що зумовлювалось впливом фітопланктону, який надходив із джерела живлення. На 4-му б'єфі середній показник продукції фітопланктону був на 21,7% вищим, ніж на 3-му б'єфі, чому сприяло суттєве зниження швидкості течії.

В цілому на ділянках кожного із б'єфів в червні – вересні первинна продукція фітопланктону складала від 164,64 до 453,25 т, а всього на площі каналу первинна продукція, утворена фітопланктоном, дорівнювала 1053,01 т (табл. 3).

У процесі життєдіяльності водорості впливають на хімічний склад і газовий режим води, використовують біогенні речовини для побудови свого тіла і є певним біотичним джерелом забруднення води.

Слід зазначити, що забруднення води зеленими водоростями і сміттям рослинного походження змінюється не тільки в часі, але і за протяжністю зрошувальної мережі. На початку зрошувальної системи канал глибокий, облицьований, вода прохолодна, швидкість води висока, водоростей на відкосах каналу, як правило, немає. Зрошувальна вода забруднена незначно. У середині зрошувальної системи глибина каналу зменшується, вода прогрівається. Це сприяє зростанню водоростей. Забруднення води водоростями зростає. На кінці зрошувальної системи глибина каналу мінімальна, зрошувальна вода значно прогріта. Як наслідок зрошувальна вода має підвищене біогенне забруднення. У липні – серпні вода на 90–95% забруднена зеленими водоростями.

Зоопланктон надходить у канал з водозабору як сформований комплекс, характерний для ділянки водосховища, з якої подається вода. Домінантними на усіх ділянках каналу були веслоногі ракоподібні, які давали 56–100% біомаси, яка коливалась в межах 0,152–0,322 г/м³, гіллястовусі ракоподібні становили від 5 до 44% загальної біомаси.

На розвиток і розподіл у каналі зообентосу великий вплив має співвідношення твердих субстратів та ґрунтів. У каналах виділяються два таких основних угруповання даних тварин: угруповання необлицьованого русла – пелореофільний комплекс; угруповання облицьованих ділянок – літореофільний комплекс. У ГКМК пелореофільний комплекс був представлений личинками комах (хіронomid, одноденок, двокрилих тощо) та малощетинковими червами. На облицьованих ділянках і у обростаннях розвивались вищі ракоподібні (*Gammarus pulex*, *Dikerogammarus haemobaphes*), двостулкові (*Dreissena polymorpha*) і червоногі (*Theodoxus fluviatilis*) молюски. Молюски домінували на кожній з обстежених ділянок і давали 91–99% біомаси зообентосу, яка протягом сезону становила на різних ділянках каналу 4199,3–5450,9 г/м² (табл. 4).

Таблиця 4

Чисельність та біомаса зообентосу

№	Назва організмів	екз/м ² / г/м ²
1	Molluska: <i>Viviparus viviparus</i>	40/96,0
2	Amphipoda (<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>)	40/0,12
3	Личинка Insecta	40/0,48
4	Chironomidae	240/0,36
Всього		360/96,96

Під час обстеження каналів були відібрані проби організмів обростання (перифітону) – молюски дрейссени (*Dreissena polymorpha*, *D. bugensis*), в меншій чисельності гамариди (*Dikerogammarus haemobaphes fluviatilis*), личинки хіронomid (табл. 5).

Встановлено, що зообентос перейшов у перифітон (перемістився з днища каналу на його відкоси). За наявним складом та чисельністю організмів зрошувальна вода належить до β-мезосапробної зони (за безхребетними тваринами – 15 та 11 балів, за макрофітами – 17 та 16 балів).

Таблиця 5

Групи організмів у перифітоні у ГКМК

№	Групи організмів	на 1м ² екз/г
1	Amphipoda Dikerogammarus haemobaphes	33/0,57
2	Isopoda Asellus aquaticus	2/0,02
3.1	Molluska: Dreissena polymorpha	75/24,13
3.2	Dreissena bugensis	90/57,34
3.3	Viviparus viviparus	14/1,55
4	Hirudinea	8/0,16
5	Личинки Diptera sp.	18/0,23
	Всього	240/84,00

За період досліджень за якістю зрошувальної води (2008–2016 рр.) з використанням хімічних способів її аналізу встановлено, що показники її якості на вході у Головний Каховський магістральний канал значно відрізнялися від показників її якості на інших б'єфах (табл. 6).

Таблиця 6

Характеристика якості зрошувальної води

Одиниці виміру	Іони						Мінералізація води	рН
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ + Na ⁺		
Каховське водосховище								
мг/дм ³	223,6	36,33	51,88	50,81	18,71	37,23	419,0	8,15
г/дм ³	2,236	0,036	0,052	0,051	0,018	0,037	0,419	-
мг-екв/дм ³	3,59	1,02	1,09	2,54	1,53	1,64	-	-
Головний Каховський магістральний канал								
мг/дм ³	146,0	57,0	40,0	10,0	6,0	88,0	348,0	7,8
г/дм ³	0,146	0,057	0,040	0,010	0,006	0,088	0,348	-
мг-екв/дм ³	2,40	1,60	0,83	0,50	0,50	3,83	-	-

Зокрема, це стосується катіонної групи: вміст Ca²⁺ та Mg²⁺ різко знижується у 5,00 та 3,00 рази зі збільшенням вмісту Na⁺ до токсичного вмісту (у 2,3 рази), що при використанні води для зрошення сільськогосподарських культур може призвести до вторинного осолонцювання ґрунтів.

Водночас, попри зниження вмісту HCO₃⁻ у 1,5 разів та рН у 1,1 разів, спостерігається наявність токсичної лужності, яка може призвести до підлуження ґрунтів та навіть содоутворення. Тоді за необхідності експрес-визначення якості води за достатньо малий термін часу, але маючи можливість обстеження розподільчої мережі за наявністю гідробіонтів, можна встановити можливість виникнення як мінімум двох деградаційних процесів – вторинного осолонцювання та підлуження ґрунтів, що дозволить сільгоспвиробникам передбачити відповідні еколого-меліоративні заходи.

Таким чином, обстеження зрошувальних каналів на наявність кількісного складу планктону, бентосу і вищих водних рослин дозволяє із визначеною точністю встановити якість зрошувальної води на визначений період часу.

Висновки і пропозиції.

1. Особливості екосистем каналів визначаються характером джерела їх живлення, конструктивними і технологічними параметрами, які суттєво впливають на якість зрошувальної води. У разі її погіршення можуть виникнути деградаційні процеси в зрошуваних ґрунтах.

2. Аналіз сучасних технічних засобів і способів очищення зрошувальної води на водозаборах насосних станцій показав, що основною причиною низької ефективності роботи насосних станцій є зношеність обладнання і сильна засміченість зрошувальної води сміттям рослинного походження. Зрошувальна вода є сприятливим середовищем для проживання водоростей в силу відносно малих глибин і швидкостей течії в зрошувальних каналах та в зв'язку з різким скороченням площі зрошуваних земель.

3. Гідробіологічними дослідженнями визначений видовий склад смітєвих включень зрошувальної води, кількісні показники біологічної маси і розподіл її за довжиною каналу, горизонти в динаміці зрошуваного сезону. Встановлено, що засмічують зрошувальну воду включення розміром більше 3 мм з концентрацією вище 0,01 г/дм³, що призводить до зниження продуктивності роботи насосної станції на 27–37%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Горбачева М.П. Совершенствование технологии очистки воды в оросительных каналах : автореферат дис. канд. техн. наук : 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель». Волгоград, 2009. 19 с.

2. Абдулмажидов Х.А., Карапетян М.А. Очистка мелиоративных каналов от наносов, заиленный и растительности. *Техника и технологии АПК – Вестник*. 2016. № 5. С. 13–17.

3. Свистунов Ю.А. Изменение параметров каналов рисовых оросительных систем в процессе эксплуатации. *Научный журнал КубГАУ*. 2012. № 78 (04). С. 1–11.

4. Кошкин А.Н. Обоснование и разработка способов очистки оросительной воды от мусора и водорослей в открытых каналах мелиоративных систем : автореф. дис. канд. техн. наук : 06.01.02 «Мелиорация, рекультивация и охрана земель». Саратов, 2003. 24 с.

5. Оксийок О.П. Водоросли каналов мира. Киев : Научная мысль, 1973. 208 с.

6. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. Москва : Высшая школа, 1960. 180с.

7. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных обложений / под ред. В.А. Абакумова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. 239 с.

8. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. Киев : Высшая школа, 1984. 333с.

9. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Ленинград : Наука, 1981. 187 с.

10. Лавренева Г.М., Бульон В.В. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. *Фитопланктон и его продукция*. Ленинград. 1984. 32 с.

11. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред. Л.А. Крутиковой, Я.И. Старобогатова. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 511 с.

12. Салазкин А.А., Алимов А.Ф., Финогенов Н.П., Винберг Г.Г. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. *Зообентос и его продукция*. Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. 52 с.

13. Винберг Г.Г. Методы определения продукции водных животных. Минск : Вышэйша школа, 1968. 248 с.
 14. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Ленинград : Гидрометеиздат, 1973. 273 с.
 15. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва : МГУ, 1970. 488 с.
 16. ДСТУ 7286:2012 Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. Чинний від 2013-07-01. Київ : Мінекономрозвитку України, 2013. III, 14 с. : табл. (Національний стандарт України).
 17. ДСТУ 2730:2015 Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агронамічні критерії. Чинний від 2016-07-01. Київ : УкрНДНЦ, 2016. III, 9 с. : табл. (Національний стандарт України). Бібліогр. : с. 9.
 18. Оксюк О.П. Структурно-функциональная организация экосистем водотоков и экологические основы управления качеством воды в них. *Развитие гидро-биологических исследований в Украине*. Киев : Научная мысль, 1993. С. 9–26.
-