

УДК 631.674.6:631.6.03

БІОЛОГІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ В СИСТЕМАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

С.В. УСАТИЙ,
Л.Г. УСАТА

Інститут водних проблем і меліорації НААН

Встановлено факт біологічного забруднення води в поливних трубопроводах систем краплинного зрошення, визначено характеристики його складових та ефективність зменшення їх вмісту засобами водопідготовки.

Ключові слова: поливна вода, біологічне забруднення, поливний трубопровід, система краплинного зрошення, завислі частки, гідробіонти.

Актуальність питання. Якість поливної води визнано одним із головних факторів забезпечення надійної та тривалої роботи систем краплинного зрошення [1]. Саме вода невідповідної якості призводить до порушень працездатності поливної мережі і виконання нею технологічного циклу зрошення, що позначається на зменшенні витрат краплинних водовипусків, продуктивності зрошувального поля та збільшенні тривалості поливу [1-6].

Під час експлуатації систем краплинного зрошення витратні характеристики водовипусків переважно змінюються під впливом комплексу факторів, у тому числі: невідповідної якості води, недотримання експлуатаційних режимів фільтрації і режимів промивання системи (періодичність, частота, норма), якості використаних добрив для фертигації.

Якість води в основних джерелах зрошення (річки, зрошувальні канали, водойми, штучні водойми, свердловини та ін.) не завжди відповідає вимогам, що регламентує її придатність для використання у системах краплинного зрошення згідно з ДСТУ 7591, і вимагає додаткової підготовки з використанням засобів водопідготовки (відстоювання, фільтрації, тощо). Ці засоби призначені для проведення повного циклу водопідготовки при заборі води з поверхневих джерел, проте за певних умов експлуатації у них може відбуватися вторинне забруднення води.

Фахівцями означено три види забруднень поливної води (фізичне, хімічне й біологічне), які найчастіше виникають під час експлуатації систем краплинного зрошення. Останній вид забруднення вважається найменше вивченим, проте є серйозною загрозою для систем зрошення. Біологічне забруднення поливної води обумовлене підвищеним вмістом у ній гідробі-

онтів, які є основними компонентами водних екосистем (озера, водосховища, ставки, річки і т.д.) і представлені водоростями, бактеріями, мікроскопічними грибами, зоопланктоном і детритом [7, 8]. Детрит при цьому займає специфічну екологічну нішу, бо формується як з неорганічних складових, так і органічних решток відмерлих гідробіонтів на різних етапах деструкції. Найбільша небезпека для систем краплинного зрошення, пов'язана з біологічним забрудненням води, настає влітку в період масового розмноження гідробіонтів [8]. Саме в цей період пряма залежність працездатності систем краплинного зрошення від вмісту гідробіонтів у поливній воді найбільш вірогідна.

Питання покращення якості зрошувальної води на сьогодні є актуальним, оскільки технічний рівень сучасних систем краплинного зрошення удосконалюється у бік підвищення рівня енергоефективності, що у свою чергу висуває інші вимоги до якості води і змушує по-новому переглянути критерії її нормування та удосконалення існуючих технічних засобів водопідготовки.

Мета досліджень полягала у вивченні біологічного забруднення поливної води в системах краплинного зрошення, визначенні характеристик його складових та ефективності їх зменшення традиційними засобами водопідготовки.

Методичні особливості досліджень. Дослідження проводили на чотирьох ділянках сезонних систем краплинного зрошення томатів з поверхневим розміщенням трубопроводів розподільчої мережі та підґрунтовым розміщенням (2-5 см) поливних трубопроводів. Для систем краплинного зрошення водозбір здійснювали з підвідних каналів Краснознам'янського зрошувального каналу (с. Бехтери Херсонської обл.) та Інгулецької зрошувальної системи

(с. Миколаївське, с. Снігурівка і с. Горохівське Миколаївської обл.). У межах кожної системи краплинного зрошення за схемою (до фільтра, після фільтра, у кінці трубопроводу (з кінцевика

трубопроводу)) проводили відбори води. Всього за поливний період було проведено 38 відборів, під час яких відібрано 75 проб поливної води (табл. 1).

1. Кількість відборів та відібраних проб поливної води

№ з/п	Місцезнаходження дослідної ділянки	Кількість відборів	Кількість відібраних проб, шт.
1	с. Миколаївське, Миколаївська обл.	10	26
2	с. Снігурівка, Миколаївська обл.	9	23
3	с. Горохівське, Миколаївська обл.	10	26
4	с. Бехтери, Херсонська обл.	9	23
Всього:		38	75

Проби поливної води аналізували в лабораторних умовах ДП «Центральна лабораторія якості води та ґрунтів» ІВПіМ НААН за чинною в Україні нормативно-методичною документацією. Придатність поливної води для використання в системах краплинного зрошення оцінювали згідно з ДСТУ 7591.

Слід зазначити, що у системах краплинного зрошення, що досліджувалися, не проводили промивання поливних трубопроводів з відкриванням заглушок на кінцевиках, як це передбачено правилами з експлуатації. Тому у пробах води, відібраних у кінці трубопроводів, була присутня велика кількість завислих часток переважно органічного походження, які підлягали комплексним гідроекологічним дослідженням за чинними в Україні методами [9]. Під час гідроекологічного аналізування було проведено камеральну підготовку альгологічних проб води, мікроскопічне визначення систематичної таксономії, визначено розміри об'єктів, клітин та колоній, їхню морфологічну структуру, підраховано чисельність і біомасу водоростей. Визначено домінуючий комплекс гідробіон-

тів у поливній воді, а також проведено сапробіологічну оцінку якості води за водоростями – видами-індикаторами органічного забруднення. За допомогою світлового мікроскопу Karl Zeiss з об'єктивами 20×, 40× та 90× (з використанням імерсії) визначено характеристики гідробіонтів. У пробах води було проаналізовано та визначено форму, стан агрегації та розміри завислих часток.

Результати досліджень. Дослідження показали, що мінералізована вода Інгулецької зрошувальної системи та прісна дніпровська вода Краснознам'янського каналу, що знаходиться у підвідних каналах внутрішньогосподарської мережі, є сприятливим середовищем для розвитку найпростіших водних рослин і мікроорганізмів, які можуть виступати забруднювачами деяких елементів систем краплинного зрошення. Саме у таких каналах (рис. 1), глибина яких не перевищувала 1,5 м, створювалися умови для активного розвитку і розмноження фіто- і зоопланктонів, які через водозабори потрапляли до систем краплинного зрошення у дуже малих кількостях, а в них достатньо швидко росли і розмножувалися.

2. Якість поливної води за вмістом заліза і загальною мінералізацією в різних частинах систем краплинного зрошення (середні значення за результатами досліджень)

Місцезнаходження дослідної ділянки	Вміст заліза, мг/дм ³ / клас якості води			Загальна мінералізація, г/дм ³ / клас якості води		
	до фільтра	після фільтра	в кінці трубопроводу	до фільтра	після фільтра	в кінці трубопроводу
с. Миколаївське, Миколаївська обл.	<u>0.15</u> I	<u>0.18</u> I	<u>1.78</u> III	<u>1.54</u> II	<u>1.53</u> II	<u>1.63</u> II
с. Снігурівка, Миколаївська обл.	<u>0.26</u> I	<u>0.25</u> I	<u>0.84</u> II	<u>1.43</u> II	<u>1.48</u> II	<u>1.41</u> II
с. Горохівське, Миколаївська обл.	<u>0.32</u> II	<u>0.35</u> II	<u>0.97</u> II	<u>1.47</u> II	<u>1.43</u> II	<u>1.45</u> II
с. Бехтери, Херсонська обл.	<u>0.1</u> I	<u>0.1</u> I	<u>1.45</u> II	<u>0.36</u> I	<u>0.38</u> I	<u>0.51</u> I



Рис. 1 Підвідні канали внутрішньогосподарської зрошувальної мережі на дослідних ділянках

Склад поливної води за вмістом завислих часток та гідробіонтів змінювався протягом поливного періоду та був різним у відібраних пробах до фільтра, після фільтра та в кінці поливного трубопроводу. При цьому також

змінювалися параметри рН, вмісту заліза і загальної мінералізації (табл. 2).

На ділянці у с. Миколаївське (Миколаївська обл.) вміст заліза у поливній воді до фільтра становив $0,15 \text{ мг/дм}^3$, після фільтра

змінився до $0,18 \text{ мг/дм}^3$, а у кінці трубопроводів збільшився у 9,9 рази порівняно з водою після фільтра (табл. 2). При цьому різниця в кількості заліза становила $1,6 \text{ мг/дм}^3$. Із класу придатна для краплинного зрошення за технічними критеріями вода у трубопроводах стала непридатною для зрошення.

Суттєво змінювався вміст заліза в поливній воді на ділянці у с. Бехтери (Херсонська обл.) (табл. 2). Вміст заліза до і після фільтра становив $0,1 \text{ мг/дм}^3$, а у кінці поливних трубопроводів підвищився до $1,45 \text{ мг/дм}^3$, що у 14,5 рази більше за вміст після фільтра.

На ділянці у с. Снігурівка (Миколаївська обл.) клас придатності поливної води за вмістом заліза змінювався від «придатної» до ($0,26 \text{ мг/дм}^3$) і після фільтра ($0,25 \text{ мг/дм}^3$) - до «обмежено придатної» в кінці трубопроводів ($0,84 \text{ мг/дм}^3$) (табл. 2). Навіть у мінералізованій воді, яку використовують в системі краплинного зрошення у с. Горохівське (Миколаївська обл.), вміст заліза відповідно

до схеми відбирання підвищувався з $0,32$ до $0,97 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 2).

Мінералізація поливної води підвищувалася в пробах, відібраних з кінцевиків поливних трубопроводів на системах зрошення у с. Миколаївське (Інгuleцька зрошувальна система) та у с. Бехтери (Краснознам'янський канал) (табл. 2).

Кількість завислих часток варіювала в межах місць відборів (рис. 2). У воді, відібраній у кінці поливних трубопроводів, їх вміст переважає над вмістом у поливній воді, відібраній до і після фільтра (рис. 2). Цей факт підтверджує присутність явища вторинного забруднення води, яка попередньо була очищена засобами водопідготовки.

На ділянці у с. Миколаївське (Миколаївська обл.) вміст завислих речовин у кінці поливних трубопроводів збільшився на $4900,00 \text{ мг/дм}^3$ або у 53,5 рази порівняно з водою, що надійшла у систему краплинного зрошення після фільтрації (рис. 2).

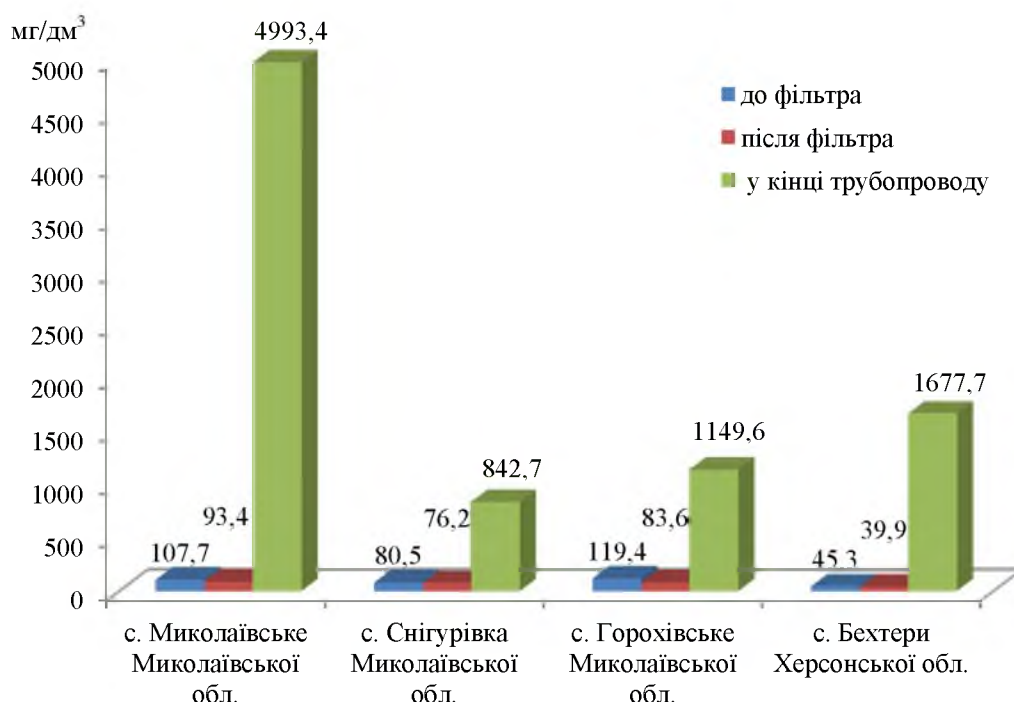


Рис. 2 Вміст завислих часток у поливній воді з різних частин системи краплинного зрошення (середні значення за результатами досліджень)

Така ж закономірність розподілу вмісту завислих часток у різних частинах систем краплинного зрошення і на інших досліджуваних ділянках (рис. 2). На ділянці у с. Снігурівське (Миколаївська обл.) у поливній воді до фільтрації вміст завислих часток не перевищував

$80,5 \text{ мг/дм}^3$, після фільтрації його параметри знизилися на $4,3 \text{ мг/дм}^3$, проте знову підвищилися на $766,5 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 2). Параметри розподілу вмісту завислих часток на ділянці у с. Горохівське (Миколаївська обл.) були такі: $119,4 \text{ мг/дм}^3$ – до фільтра, $83,6 \text{ мг/дм}^3$ – після

фільтра, 1149,6 мг/дм³ – у кінці трубопроводу, а на ділянці у с. Бехтери (Херсонська обл.) – 45,3 мг/дм³, 39,9 мг/дм³ і 1677,7 мг/дм³ відповідно (рис. 2). Тобто, основна маса завислих часток накопичується у кінцевиках поливних трубопроводів.

Гідроекологічними дослідженнями встановлено, що завислі частки, виділені з води у кінцевиках, мали органічну природу і були представлені детритом (відмерлі гідробіонти) і гідробіонтами, якісне та кількісне різноманіття яких формували водорості 4 відділів – синьо-зелені, евгленові, діатомові й зелені. За таксономічним складом поливні води дослідних ділянок відносились до 7 класів, 17 порядків, 46 родів і були представлені 67 видовими і внутрішньовидовими таксонами. У флористичному різноманітті домінували діатомові (39 %), зелені (35 %), синьо-зелені

(17 %), евгленові водорості (9 %) (табл. 3). Це свідчить про те, що у поливних трубопроводах складаються сприятливі умови для розвитку гідробіонтів.

Евгленові водорості були представлені крупними формами з чіткими зеленими хлороматофорами, що вказує на непогані умови вегетації цих видів водоростей у світлопроникних трубопроводах (рис. 3). При цьому практично всі представники евгленових водоростей здатні до гетеротрофного живлення органічними речовинами та є загальноприйнятими індикаторами органічного забруднення природних вод.

Кількісний розвиток водоростей в поливній воді характеризувався досить високими показниками за чисельністю і біомасою залежно від сприятливості умов середовища (табл. 3).

3. Структурна організація чисельності (N , тис. кл/дм³) й біомаси (B , мг/дм³) водоростей поливної води

Відділ	Дослідні ділянки					
	с. Миколаївське і с. Снігурівка, Миколаївська обл.		с. Бехтери Херсонська обл.		с. Горохівське, Миколаївська обл.	
	N^*	B^*	N	B	N	B
Суанопhyta (Синьо-зелені)	<u>50043</u> 70	<u>4.53</u> 7	<u>7530</u> 59	<u>0.93</u> 4	<u>72844</u> 91	<u>2.349</u> 30
Euglenophyta (Евгленові)	<u>2022</u> 3	<u>18.89</u> 30	–	–	<u>156</u> <1	<u>1.692</u> 21
Bacillariophyta (Діатомові)	<u>10860</u> 15	<u>37.09</u> 58	<u>2559</u> 20	<u>20.35</u> 92	<u>1521</u> 2	<u>0.939</u> 12
Chlorophyta (Зелені)	<u>8208</u> 12	<u>3.22</u> 5	<u>2641</u> 21	<u>0.86</u> 4	<u>5928</u> 7	<u>2.922</u> 37

Примітка: над рискою – чисельність, біомаса відділу;

під рискою – % від загальної чисельності (біомаси);

«–» – представників відділу не виявлено;

* – дані наведені як середньоарифметичні з двох дослідних ділянок

Важливим є те, що 40 % визначених водоростей є видами-індикаторами органічного забруднення. При цьому їхні 62 % – це види-індикатори β -мезосапробної зони, що характеризують якість води у межах від „помірно забрудненої” до „забрудненої”, а 7 % - види-індикатори α -мезосапробної зони, що характеризують якість води у межах „забруднена” – „дуже брудна”.

Тобто можна стверджувати про наявність досить високої таксономічної, структурної, екологічної різноманітності альгофлори поливної води. Це вказує на те, що водоростеві комплекси,

які вегетують у системах краплинного зрошення, є досить різноманітні, що дозволяє їм адаптуватися до вегетації у специфічних умовах.

На рис.3 представлено фото водоростей, які активно ростуть і розмножуються у поливних трубопроводах систем краплинного зрошення дослідних ділянок. Це лише частина присутніх водоростей у воді. Морфологічні характеристики і розміри клітин, їхня форма, об'єми дозволяють у повній мірі оцінити їхню «поведінку» в системах краплинного зрошення. За результатами досліджень проведено оцінку співвідношення «розмір

клітин водоростей – розмір краплинного водовипуску» і визначено, що розміри деяких із видів водоростей не перевищують розміри краплинних водовипусків, проте окрім розмірів, водорості мають щетинки, слизові «кожухи» різної конфігурації, що сприяє затриманню їх на вхідних отворах краплинних водовипусків і стає причиною зміни витрат краплинних водовипусків протягом вегетації.

Серед завислих часток у воді було ідентифіковано детрит (рис. 4), який був представлений від окремих невеликих «шматків» розміром у декілька мікрометрів до крупних «грудок», довжина і ширина яких перевищували сотні мікрометрів. За конфігурацією частки детриту були як окремими чітко детермінованими гранулами, так і великими утвореннями без чітких конфігурацій.

Візуальний аналіз детриту (рис. 4), проведений під світловим мікроскопом, незалежно від різниці в діапазоні збільшення чи місця відбору проб показав схожі результати між пробами. Так, детрит займав від 1/10 до 2/3 площі зору проби під мікроскопом.

При імерсійному мікроскопічному огляді детриту можна було бачити специфічні утворення як шматків детриту, так і різних компонентів біоти (рис. 4). Достовірно можемо стверджувати про наявність значної кількості крупних і середніх агрегацій, до яких входили й водорості, причому як окремі клітини, так і колонії. Водорості були представлені як у вигляді життєздатних форм, так і тих, що знаходились на різних стадіях розпаду (деструкції). По відношенню до діатомових водоростей це були їхні кремнеземові панцирі, але, враховуючи їхню значну стійкість навіть у мертвому стані, *Vacillariophyta* (діатомові водорості) становлять цілком реальну біологічну загрозу системам краплинного зрошення.

Визначений показник біхроматного окиснення завислих часток мав дуже високі величини, що підтверджує органічне походження часток та наявність біологічного забруднення води у поливних трубопроводах. У с. Бехтери він становив 4260 мг О/дм³, у с. Снігурівка - 2800 мг О/дм³, у с. Миколаївське - 1030 мг О/дм³, а у с. Горохівське - 497 мг О/дм³.

Експрес-мікроскопічним аналізом у всіх пробах води, відібраних з кінцевиків поливних трубопроводів, виявлено значну кількість безхребетних тварин у вигляді одноклітинних дрібних тваринних організмів, розмі-

ри яких коливалися у широких межах – від 1–2 мікрометрів до сантиметрів (табл. 4). Вони були представлені тваринами різних систематичних таксонів – від найпростіших (Protozoa) до рачків (*Cladocera* (гіллястовусі), *Copepoda* (веслоногі), коловерток (*Rotatoria*). Окрім найпростіших, високим різноманіттям характеризувався зоопланктон, у якому було ідентифіковано 34 форми безхребетних різних систематичних таксонів.

Найбільш різноманітно – 23 таксони, що складає 68 % від загальної кількості організмів, були представлені коловертки. Найчисленнішими були роди: *Brachyonus*, *Euchlanis*, *Keratella*, *Monostyla* та інші (табл. 4). Слід зазначити, що рачки перших двох родів є відносно крупними формами, біомаси яких складають 0,01 мг/екземпляр, у той час як види родів *Keratella*, *Monostyla* набагато дрібніші, і біомаси організмів цих рачків на порядок–два нижчі.

Гіллястовусі і веслоногі ракоподібні представлені видами, які є широко поширеними в гідроекосистемах України, мають добре розвинені локомоторні функції і здатні активно переміщуватись у водній товщі.

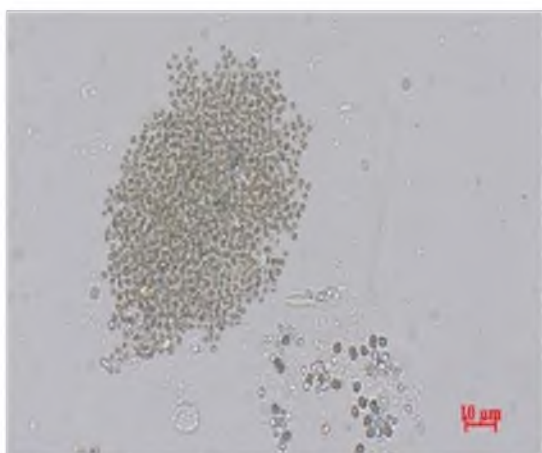
Важливо відмітити, що крім дорослих форм, у пробах були широко представлені їх науплії на різних стадіях розвитку. Це ще раз підтверджує те, що у функціонуючих системах краплинного зрошення, де порушуються режими експлуатації та промивок, формуються сприятливі умови для вегетації різноманітних безхребетних.

Крім гіллястовусих і веслоногих ракоподібних, були ідентифіковані безхребетні інших груп (табл. 4). Цікавим є і те, що в поливній воді систем краплинного зрошення були знайдені личинки молюсків роду *Dreissena* – *Veliger* (велігери). Велігери представлені дрібними джгутиковими формами, здатними активно переміщуватись у водній товщі в пошуках оптимального субстрату, до якого личинки „прикріплюються”, і подальшими стадіями онтогенезу є дорослі молюски.

Проведений порівняльний аналіз різноманіття безхребетних із різних зрошувальних систем дозволяє стверджувати, що функціонування таких різноманітних угруповань ракоподібних можливе лише за наявності оптимальних умов середовища, навіть у таких специфічних умовах, якими є системи краплинного зрошення. Причому кількісний розвиток зоопланктону може сягати значних величин. Так, максималь-

ною чисельністю – 48880 тис. екз/дм³ – характеризувався зоопланктон із проби води, відібраної в кінці трубопроводів на дослідній ділянці в

с. Горохівське Миколаївської обл. Кількісний розвиток зоопланктону інших ділянок був значно нижчий.



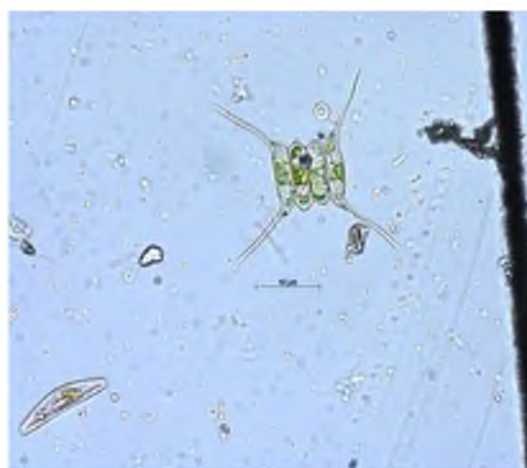
Microcystis aeruginosa
(відділ Cyanophyta - Синьо-зелені)



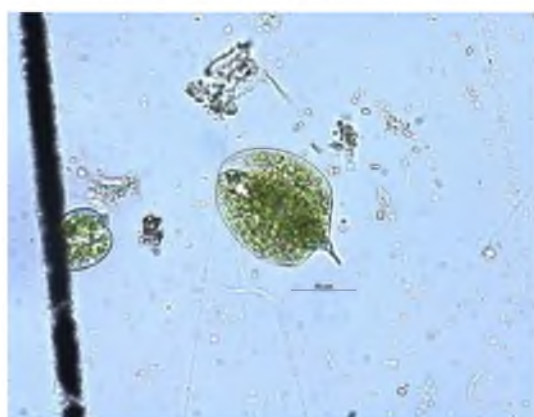
Anabaena scheremetievi
(відділ Cyanophyta- Синьо-зелені)



Gyrodinium spenceri
(відділ Bacillariophyta - Діатомові)



Desmodium communis
(відділ Chlorophyta- Зелені)

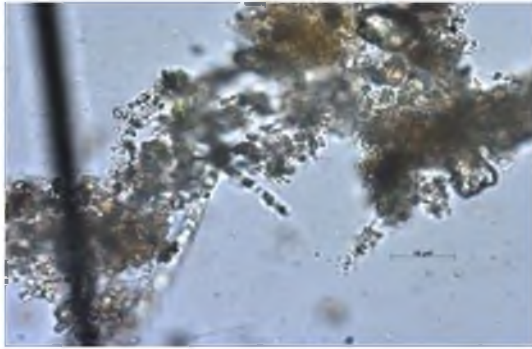


Phacus curvicauda
(відділ Euglenophyta - Евгленові)

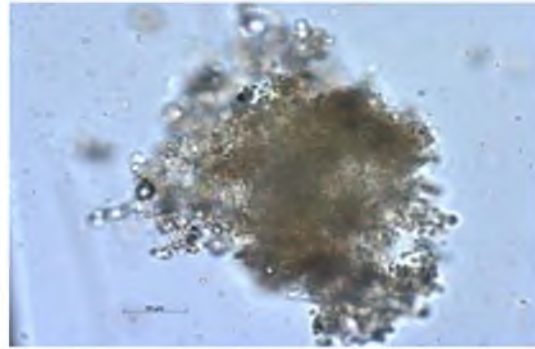


Euglena vermicularis
(відділ Euglenophyta - Евгленові)

Рис. 3 Представники гідробіонтів, які активно ростуть і розмножуються у поливних трубопроводах систем краплинного зрошення



Агрегація детриту з водоростями



Грудка детриту

Рис. 4 Вигляд детриту під мікроскопом

4. Таксономічне різноманіття зоопланкtonу у поливній воді систем краплинного зрошення

Таксони	с. Миколаївське і с. Снігурівка, Миколаївська обл.	с. Горохівське, Миколаївська обл.	с. Бехтери Херсонська обл.
Коловертки			
Anuraeopsisfissa	–	+	–
Bdelloideasp.	+	+	+
Brachyonusangularis	+	+	+
Brachyonusbudapestinensis	–	+	–
Brachyonuscalyciflorus	–	+	–
Brachyonusdiversicornis	+	+	+
Brachyonusquadridentatus	+	+	+
Brachyonussp.	+	+	+
Cephalodellasp.	+	–	–
Colurellaobtusa	–	+	–
Euchlanisdilatata	–	–	+
Euchlanistriquetra	–	+	–
Filinalongiseta	–	+	–
Keratellacochlearis	+	+	+
Keratellatropica	+	+	+
Lecaneluna	+	–	–
Lecanesp.	+	+	+
Monostylabulla	–	+	–
Monostylahamata	–	+	–
Monostylasp. 1	+	+	+
Monostylasp. 2	–	+	+
Polyarthravulgaris	+	+	–
Trichocercasp.	–	+	–
Гіллястовусі ракоподібні			
Bosminalongiostris	+	–	+
Chidorussphaerucus	+	–	+
Веслоногі ракоподібні			
Cyclopsjuvenes	–	+	+
Cyclopssp.	–	–	+
Harpacticoidasp.	–	–	+
Mesocyclopssoithonoides	–	+	–
Nauplii	+	+	+
Інші групи			
Arcellasp.	–	–	+
Diffflugiasp.	+	–	+
Tardigradasp.	–	–	+
Veliger (личинки Dreissenasp.)	+	–	+

Таким чином, високе таксономічне і кількісне різноманіття фіто- і зоопланктону незалежно від хімічного складу поливної води на сьогодні може формувати значні біологічні перешкоди системам краплинного зрошення, особливо краплинним водовипускам, які є найбільш вразливим їх елементом.

Краплинні водовипуски серед інших елементів систем краплинного зрошення виступають бар'єрами для таких компонентів, які затримуватимуть їх на входних отворах, якщо останні менші за їхні розміри або їхній вміст перевищує допустимі рівні.

Слід зазначити, що головною умовою, за якої відбувається інтенсивний ріст і розмноження фіто- та зоопланктону у поливних трубопроводах, є присутність азоту, фосфору і

вуглецю, які залишаються в системах зрошення після внесення добрив, особливо в умовах, коли було відсутнє післяфертигаційне промивання системи чистою водою. Відсутність вказаних елементів живлення унеможливить подальший розвиток гідробіонтів та найпростіших у поливних трубопроводах і призупинить процеси засмічення. Ось чому тривале (довше 30 хв.) промивання систем краплинного зрошення після фертигації знижує ймовірність засмічення краплинних водовипусків.

Використані на дослідних ділянках фільтростанції мали різну ефективність щодо зниження вмісту завислих часток у поливній воді, яка надходила до розподільчих та поливних трубопроводів із підвідних каналів (рис. 5.).

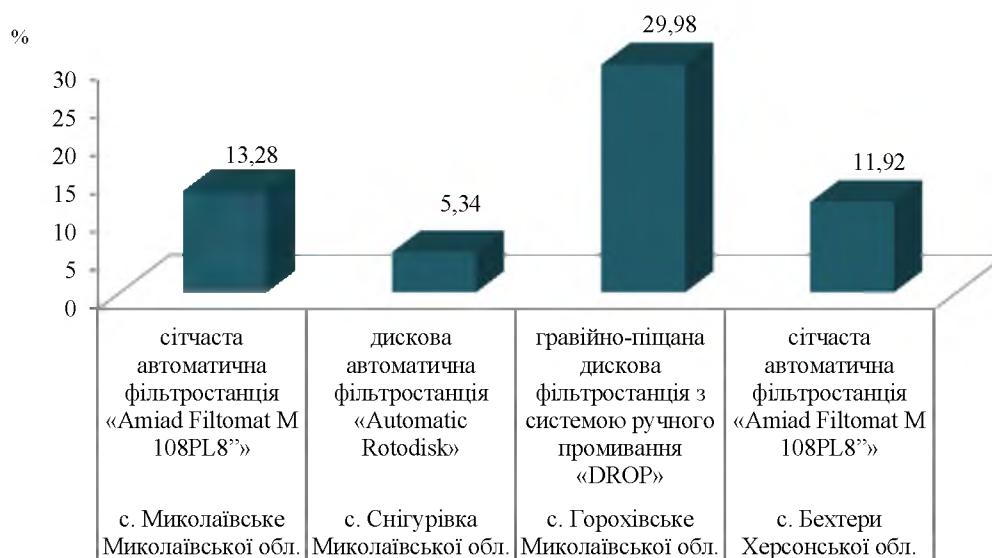


Рис. 5 Зниження вмісту завислих часток у поливній воді фільтраційними системами

Із чотирьох фільтростанцій найкраще виконувала свої функції гравійно-піщана дисківа фільтростанція з системою ручного промивання «DROP», яка знижувала вміст завислих часток у воді на 29,98 %. Сітчаста автоматична фільтростанція «Amiad Filtomat M 108PL8» (с. Миколаївське Миколаївської обл.) затримувала 13,28 % завислих частин. Ефективність сітчастої автоматичної фільтростанції «Amiad Filtomat M 108PL8» на ділянці в с. Бехтери Херсонської обл. становила 11,92 %. Найнижчою була ефективність дисківої автоматичної фільтростанції «Automatic Rotodisk» - 5,34 % на дослідній ділянці у с. Снігурівка Миколаївської обл. Неefективна робота фільтростанцій свідчить

про недотримання режиму їх експлуатації та промивок і є однією з причин забруднення водовипусків поливних трубопроводів.

Висновки. Суттєвим компонентом води у підвідних каналах внутрішньогосподарської мережі Інгулецької зрошувальної системи та Краснознам'янського каналу є фіто- та зоопланктон, які проникають з водою і за певних умов активно розмножуються в системах краплинного зрошення.

Провідне значення серед показників, що визначають ступінь придатності води за технічними критеріями, займає вміст завислих часток, який у воді з поливних трубопроводів може переважати над вмістом у воді після фільтрів у 11,06-53,50 рази. При цьому зави-

слі частки можуть мати органічне походження і бути представлені гідробіонтами у вигляді синьо-зелених, евгленових, діатомових й зелених водоростей, детритом та безхребетними організмами.

Високе таксономічне і кількісне різноманіття фіто- і зоопланктону незалежно від хімічного складу поливної води на сьогодні може формувати значні біологічні перешкоди системам краплинного зрошення, а особливо краплинним водовипускам, які є найбільш вразливим їх елементом.

Фільтростанції, що сьогодні використовуються в системах краплинного зрошення, мають різну ефективність щодо зниження вмісту завислих часток у поливній воді, що надходить з поверхневих джерел. На дослід-

них ділянках найкраще свої функції щодо водопідготовки виконувала гравійно-піщана дискова фільтростанція з системою ручного промивання «DROP». Найнижчою була ефективність дискової автоматичної фільтростанції «Automatic Rotodisk». Але загалом, всі ці фільтростанції є недостатньо ефективними для затримання фітопланктону.

Детальне вивчення причин забруднення поливної води надає можливість зрозуміти механізм біологічної кольматації краплинних водовипусків та розробити ефективні заходи щодо його попередження чи усунення, що в свою чергу збільшить строки експлуатації поливної мережі систем краплинного зрошення та зменшить ризики втрат врожаю сільськогосподарських культур.

Бібліографія

1. Ромащенко М.И. Совершенствование технологий и технических средств микроорошения сельскохозяйственных культур: автореф. дисс. на соискание науч. степени д-ра техн. наук: 06.01.02 / ВНИИГиМ -М: 1995.-60 с.
2. Босуэл Михаил Дж. Проект руководства по микроорошению / Михаил Дж. Босуэл.- Австралия: Торо, 1998.-130 с.
3. Tarchitzky J. Biological and chemical fouling in drip irrigation systems utilizing treated wastewater / J. Tarchitzky, A. Rimon, E. Kenig, C. G. Dosoretz, Y. Chen // Irrigation Science.- Volume 31.- Issue 6.-2013.-p.1277-1288.
4. Capra A. Water quality and distribution uniformity in drip/trickle irrigation systems / A. Capra, B. Scicolone // Journal Agric. Eng. Res.-1998.-70.-p. 355-365.
5. Эксплуатация поливных трубопроводов систем капельного орошения овощных культур (практические аспекты и научные исследования) / М.И. Ромащенко, А.П. Шатковский, С.В. Усатый, Л.Г. Усатая // Овощеводство.- №11(107)-2013.-С.48-51.
6. Усатая Л.Г. Динаміка хімічного складу поливної води та сольового складу локально зволожений ґрунтів протягом поливного періоду / Л.Г. Усатая, С.В. Усатий, А.П. Шатковський // Агрохімія і ґрунтознавство – Спеціальний випуск до ІХ з'їзду УТА (30 червня - 4 липня 2014 р., м. Миколаїв).- 2014.-Кн.2.- С.354-356.
7. Сиренко Л.А. Биологически активные вещества водорослей и качество воды / Л.А. Сиренко, В.Н. Козицкая.-К.: Наукова думка, 1988.-256 с.
8. Щербак В.И. Многолетняя динамика «цветения» воды днепровских водохранилищ / В.И. Щербак // Доп. НАН України. – 1998. – № 7. – С. 187-190.
9. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О.М Арсан, О.А. Давидов, В.І. Щербак [та ін.]; за ред. В.Д. Романенка. – НАН України. Ін-т гідробіології. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.

С.В. Усатый, Л.Г. Усатая

Биологическое загрязнение воды в системах капельного орошения

Установлен факт биологического загрязнения воды в поливных трубопроводах систем капельного орошения, определены характеристики его составляющих и эффективность уменьшения их содержания средствами водоподготовки.

S.V. Usaty, L.G. Usata

Biological pollution of water in drip irrigation system

It was specified the fact of biological pollution of water in the drip pipelines of drip irrigation systems. The characteristics of pollutants and the ways of reducing their content by means of water treatment were determined.