

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
“ _____ ” 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему
“ Екологічне обґрунтування застосування ЕМ
препаратів при очистці комунальних стоків ”

Виконав здобувач вищої освіти
II курсу, групи _ЕО 20 МЗ_
ОПП «Екологія»
спеціальності 101 «Екологія»
_____ Бродченко Ю.Г.
« _____ » _____ 2021 р.

Керівник роботи
к.б.н., доцент
_____ Ольга МЕДВЕДЄВА
« _____ » _____ 2021 р.

Рецензент _____ Олександр ГУЛАЙ
« _____ » _____ 2021 р.

м. Кропивницький, 2021

Центральноукраїнський національний технічний університет
 Факультет ЦЗДО
 Кафедра ЕОНСЗСЖ
 Рівень вищої освіти магістр
 Галузь знань 10 – Природничі науки
 Спеціальність 101 - екологія
 Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
 к.б.н., доцент
Ольга МЕДВЕДЄВА
 “ ” 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Бродченка Юрія Гергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Екологічне обґрунтування застосування ЕМ препаратів при очистці
 комунальних
 стоків

2. Керівник роботи

Медведєва О.В., кандидат біологічних наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Зниження антропогенного впливу на річку Грузька за рахунок підвищення ефективності очищення стоків, забезпеченої вдосконаленням блоку біологічних очисних споруд селища Нове.

Завдання дослідження:

- Провести аналіз особливостей біологічної очистки та проблеми зниження якості очищення стічних вод в одно коридорних аеротенках.
- Запропонувати технологію модернізації моноблочних очисних споруд для підвищення ефективності очистки стічних вод.

- Дослідити систему регулювання якості очищення стоків для біологічного етапу при використанні методів біоіндикації.
- Дати економічну оцінку технології обробки стоків біопрепаратом на якість очистки стічних вод.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	Доцент Медведєва О.В.		
Економічна частина	Асистент Мірзак Т.П.		
Охорона праці	Доцент Лузан П.Г.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання «____» _____ 2021 р.

Підпис керівника

_____ Медведєва О.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
«____» _____ 2021р.

Підпис здобувача

_____ Бродченко Ю.Г.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 с., 12 рис., 13 табл., 2 додатки, 57 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: є технологічний процес очистки та доочистки комунальних стоків за допомогою мікробіологічних препаратів та використання їх в якості поливних вод.

Мета роботи. Розробка оптимального технологічного рішення, яке б задовольняло проблему очистки комунальних стоків і при цьому було б найбільш ефективним та економічно вигідним.

.У вступі підкреслюється актуальність погіршення екологічних функцій гідросфери внаслідок її забруднення неочищеними та недостатньо очищеними комунальними стічними водами, обумовлена використанням примітивних методів біологічної очистки.

Перший розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо використання мікробіологічних препаратів для очистки стічних вод.

У другому розділі фізико-географічну характеристику району досліджень та основні умови в яких вони проходили.

Третій розділ присвячено методам досліджень основних параметрів застосування ЕМ Біоактив для очистки та доочистки комунальних стоків та використання їх як зрошувальних вод при вирощуванні цибулі та подано основні методики.

В четвертому розділі наведено результати досліджень та розрахунків очистки комунальних стоків за допомогою мікробіологічних препаратів.

В п'ятому розділі проведено розрахунки економічної ефективності, котрі показують, що застосування в системі удобрення цибулі доочищених комунальних стоків біопрепаратом економічно вигідно. Даний агроприйом сприяє підвищенню рівня рентабельності без застосування мінеральних добрив на 25-35%.

В розділі «Охорона праці та довкілля» проведено аналіз ризиків виникнення небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під

час очистки комунальних стоків. Розроблені заходи з пожежної профілактики та проведений розрахунок захисту споруди для виготовлення компостів від блискавки, обґрунтування якого можна використати у типовому господарстві з урахування конкретних умов.

У висновках приведені результати випускної кваліфікаційної роботи та визначені перспективи розроблених заходів.

Автор висловлює щиру вдячність і подяку науковому керівнику, доценту, к.б.наук, доценту, завіідувачу кафедри екології, ОНС та здорового способу життя Медведєвій Ользі Володимирівні за всебічну підтримку і допомогу при виконанні роботи.

КОМУНАЛЬНІ СТОКИ, АКТИВНИЙ МУЛ, ЕМ ПРЕПАРАТИ,
УДОБРЕННЯ ЦИБУЛІ, КРАПЛИННЕ ЗРОШЕННЯ.

ЗМІСТ

	Стор.
Реферат	4
Вступ	9
АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ БІОЛОГІЧНОЇ	
РОЗДІЛ 1 ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД НА МІСЬКИХ ОЧИСНИХ	12
СПОРУДАХ (огляд літератури)	
1.1. Теоретичний аналіз застосування біологічного методу для	12
очищення міських стічних вод	
1.1.1. Особливості забруднень господарсько-побутових стічних	12
вод	
1.1.2. Особливості забруднень промислових стічних вод	13
1.2. Основа технології використання спеціальних	14
мікроорганізмів	
1.3. Ключові фактори, що впливають на процес біофільтрації	16
1.3.1. Види мікроорганізмів, придатних для біофільтрації	16
1.3.2. Аеробність системи	17
1.4. Якісні показники біологічної очистки стічних вод	18
1.5. Адсорбційне доочищення стічних вод	19
РОЗДІЛ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА	21
ПРИРОДНЬО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ	
2.1. Характеристика очисних споруд	21
2.2. Технологія обробітку цибулі на краплинному зрошенні.	23
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ЕМ БІОАКТИВ НА ЯКІСТЬ БІОЛОГІЧНОЇ	25
ОЧИСТКИ КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ	
3.1. Методика досліджень	25
3.2. Види ефективних мікроорганізмів та препарати,	25
використані для біофільтрації	
3.3. Методики визначення основних якісних показників	26
очистки	

ВПЛИВ ЕМ ПРЕПАРАТІВ НА ЯКІСТЬ ОЧИСТКИ	
РОЗДІЛ 4. КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ ТА ДООЧИЩЕННЯ ЇХ ПРИ	29
ВИРОЩУВАННІ ЦИБУЛІ НА ЗРОШЕННІ	
4.1. Підготовка фільтруючих матеріалів та їх характеристика	29
дослідної установки.	
4.2. Конструкція лабораторної установки для тривалої	32
біофільтрації стічних вод	
4.3. Визначення фітотоксичності та ростових властивостей	35
біофільтрату в лабораторних умовах	
4.4. Використання каолінової глини для видалення залишкової	36
мікрофлори у біофільтраті	
4.5. Визначення поживних та ростових властивостей	39
біофільтрату в польових умовах	
4.6. Компоновка системи крапельного зрошення при	45
виращуванні цибулі ріпчастої та показники якості очистки	
стічних вод	
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕМ	
РОЗДІЛ 5 ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ГЛИБОКОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ	48
ВОД	
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	52
6.1. Загальний аналіз стану охорони праці в управлінні по	52
очистці комунальних стоків.	
6.2. Особливості умов праці та аналіз небезпечних та	55
шкідливих факторів, які можуть виникнути під час	
проведення робіт в підприємстві очистки комунальних	
стоків.	
6.3. Розробка заходів по покращенню умов праці і усуненню	56
небезпечних та шкідливих факторів.	
6.4. Розрахунок штучного освітлення лабораторії з проведення	58
екологічного обґрунтування застосування ГЕМ препаратів	

	при очистці комунальних стоків.	
6.5.	Інструкція з охорони праці при виконанні робіт на підприємстві очистки комунальних стоків.	59
6.6.	Розробка заходів по пожежній профілактиці.	60
6.7.	Висновки по розділу.	60
ВИСНОВКИ		61
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ		62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		63
Додатки		70

ВСТУП

Актуальність проблеми. Виробничі потужності промислових підприємств збільшуються з кожним днем, міське населення зростає, збільшуються джерела забруднення компонентів природного середовища, в тому числі гідросфери, розширюється перелік забруднюючих речовин, що надходять в неї щогодини. Захист навколишнього природного середовища стічними водами представляє гостру науково-технічну проблему сучасного світу.

Багаторазовий моніторинг процесів самоочищення практично усіх водних об'єктів на території України показує, що вони можуть самоочистити лише третину усіх забруднень, котрі скидаються разом з стічними водами.

Основним завданням в рамках вирішення цієї проблеми є забезпечення показників очищення, заданим природоохоронним законодавством. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного вдосконалення технологій очистки стічних вод.

Поки допустимий рівень очищення не буде досягнутий, обрана тема буде актуальна.

1. Скидання стічних вод міських очисних споруд г.о. Жигульовськ здійснюється в Саратовське водосховище, вода якого визначається як «забруднена».

2. Діючі очисні споруди не забезпечують належний рівень якості очищення, стоки на виході не задовольняють заданим законодавством вимогам.

3. Навантаження на очисні споруди неухильно зростає, також система очищення піддається впливу залпових скидів підприємств-абонентів, які можуть вивести її з рівноваги

Мета досліджень Зниження антропогенного впливу на річку Грузька за рахунок підвищення ефективності очищення стоків, забезпеченої вдосконаленням блоку біологічних очисних споруд селища Нове.

Завдання дослідження:

1. Провести аналіз особливостей біологічної очистки та проблеми зниження якості очищення стічних вод в одно коридорних аеротенках.
2. Запропонувати технологію модернізації моноблочних очисних споруд для підвищення ефективності очистки стічних вод.
3. Дослідити систему регулювання якості очищення стоків для біологічного етапу при використанні методів біоіндикації.
4. Дати економічну оцінку технології обробки стоків біопрепаратом на якість очистки стічних вод.

Наукова новизна. Полягає у використанні ЕМ Біоактив в зоні дефосфорації для регулювання якості стоків біологічного етапу і їх очищення.

Практична цінність роботи. Представлено технічне рішення, котре забезпечує контроль параметрів попередньо освітлених стічних вод, що надходять на очистку та своєчасне усунення підвищених концентрацій поліфосфатів, що сприяє збільшенню стабільності досліджуваної системи.

Особистий внесок студента в наукові дослідження. Викладені в роботі результати отримано автором самостійно. Щодо розглянутих в магістерській роботі задач, котрі розв'язані в працях, спільних з науковим керівником, Т.М. Тунік, їй належить постановка проблеми досліджень і загальне керівництво роботою.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дослідження доповідалися та отримали схвальну оцінку на III міжнародній науковій інтернет-конференції «Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика», м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р., НУБІП України, 2021 та XIII Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки», м. Кропивницький, ЦНТУ, 10-12 листопада 2021 року.

1. **Публікації.** Результати проведених досліджень в даній магістерській роботі опубліковані у вигляді тез доповідей: Бродченко Ю.Г. Вплив ЄМ біоактив на формування стійких флокул активного мулу.

Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.), НУБіП України, 2021. С. 50-52 [1] та Бродченко Ю.Г. Формування стійких флокул активного мулу під впливом ЄМ Біоактив. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 10-12 листопада 2021 р), ЦНТУ, 2021 С. 138-140 [2].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД НА МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУДАХ (огляд літератури)

1.1 Теоретичний аналіз застосування біологічного методу для очищення міських стічних вод

Стічні води, за своїм походженням, це прісні води, котрі змінили свої фізико-хімічні та біохімічні властивості в результаті господарсько-побутової та промислової діяльності людини. Стічні води генеруються з різних джерел таких, як домашні господарства, готелі, лікарні, тваринницькі комплекси, промисловими підприємствами та інші. Стічні води є, найочевидніший, найвідчутніший збиток навколишньому середовищу, в першу чергу гідроекосистемам [1]. Існує думка, що для забезпечення гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у стічних водах, що скидаються, шляхом їх розведення необхідно близько тритини всього світового запасу прісної води. Тому вже на початку 1980-х років, в нашій країні стали приділяти особливу увагу цьому аспекту захисту біосфери [2].

За походженням стічні води умовно поділяють на такі класи: господарсько-побутові, промислові та атмосферні [3]. У господарсько-побутових стічних водах містяться мінеральні та органічні забруднюючі речовини, котрі знаходяться в розчиненому, колоїдному та нерозчиненому станах. У побутових стоках міститься до 60 % забруднень органічного походження та до 40 % мінеральних речовин. Органічні забруднення є сприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, тому в стоках містяться біологічні забруднення (бактерії, грибки, яйця гельмінтів і віруси).

1.1.1. Особливості забруднень господарсько-побутових стічних вод

Господарсько-побутові стічні води в загальному вигляді є каламутною рідиною, в котрій розчинено безліч мінеральних та органічних речовин, в основному біогеного походження. Рідка частина стоків є основним

компонентом (до 99 %), а тверді речовини складають близько 1 % [4]. У побутових стічних водах вміст органічних забруднень, оцінюється значеннями БПК 100-400 мг / л та ХПК 150-600 мг / л. За загальноприйнятою в Україні класифікацією такі стічні води є дуже забрудненими. Вміст завислих речовин (ВЗР) міститься в середньому 100-350 мг / л, а значення рН середовища знаходиться в інтервалі між 6,9 та 7,3. Динаміка коливань значень цих показників, що залежить від регіону та пори року. Стічні води здатні швидко загнивати за 12-24 години при температурі 20 °С. Низька або повна відсутність вмісту кисню в стічних водах призводить до анаеробного розкладання біогенних елементів та виділення неприємних запахів, причиною появи яких є наявність сірководню, метану та ін. У стічних водах вміст азотовмісних (N) і фосфоровмісних (P) сполук є досить високою, а також в них наявні солі важких металів (ВМ), наприклад, кадмію (Cd) або цинку (Zn) та висока чисельність коліформних бактерій. При високих рівнях у вмісті ВЗР, БПК та біогенних речовин найчастіше призводить до підвищених рівнів анаеробного мікробіоценозу в осадах стічних вод [5].

Середні значення БПК у побутових стічних водах коливаються між 200-400 мг / л, ХПК між 115-286 мг / л, загальної кількості завислих речовин 300-350 мг / л, а значення рН середовища 6,9-7,3 [6]. Стічні води індустріальних районів можуть мати дуже високі значення ХПК, дуже низькі або високі значення рН середовища, що є результатом перемішування побутових та промислових стічних вод. Після обробки стічних вод загальноприйнятими показниками в межах норми вважаються БПК₅ 1-15 мг / л, ХПК - 60-70 мг / л, вміст ЗР - 20-30 мг/л, а значення рН середовища близько 7,0.

1.1.2. Особливості забруднень промислових стічних вод

Велика кількість як вітчизняних, так і закордонних дослідників вважають, що технологію біофільтрації (застосування спеціальних мікроорганізмів) можна використовувати для очистки стічних вод сільського

господарства та тваринництва, а також харчової промисловості, переробної, пивоварних заводів, молочних ферм та молокозаводів, скотобоєнь і т. д. Вони несуть у собі, як правило, високі концентрації біогенних елементів за такими основними показниками для стічних вод як БПК₅, ХПК, а також ВЗР та каламутність [7].

1.2. Основа технології використання спеціальних мікроорганізмів

Процес біофільтрація, як і процес біологічної очистки є за своєю суттю природними процесами управління органічними відходами, котрі засновані на використанні популяції факультативних анаеробів. Основна відмінність між цими двома процесами полягає в тому, що системи біофільтрації здатні утилізувати як рідкі, так і тверді біогенні відходи, в той же час як системи класичної біоочистки, в основному, використовують мікробний ценоз – активний мул [8].

Технологія біофільтрації є відносно новим біологічним методом очищення стічних вод, в якому поєднується біофільтрації з технологією комплексного компостування, тобто спільне використання мікробіоценозу аеробних спеціальних мікроорганізмів у складі біофільтра та популяції компостних анаеробів [9].

Відомі типи технології біофільтрації: крапельні та дискові біофільтри є високо енергетично витратними, дорогими в їх установці та обслуговуванні. Тому існує постійна потреба в розробці технології очищення стічних вод простіше та економічніше. У зв'язку з цим альтернативою є процес біофільтрації за допомогою мікробного ценозу, який здійснюється в одному реакторі і поєднує в собі всі три механізми очищення води: біологічні, хімічні та фізичні. чим зменшується питома площа поверхні біофільтра та погіршується, як правило, очищення стічних вод, що призводить до утворення мікро- та макрозон анаеробного розкладання утвореної біоплівки на матриці біофільтра та вторинного забруднення очищеної води. Це вимагає частого очищення або заміни самого біофільтра.

При додаванні до системи біофільтра верхнього фільтруючого шару субстрату, що містить популяцію ефективних мікроорганізмів (біофільтр), усуває цей недолік. Ефективні мікроорганізми здатні досить швидко видаляти забруднення, тому що вони поглинають органічні та неорганічні речовини зі стічних вод, у тому числі й мулисту фракцію стічних вод, трансформують їх та виділяють у вигляді своїх екскрементів у нижній шар системи. Більш того, виділені екскременти спеціальних мікроорганізмів є гранули, що володіють водоміцністю, і тому нижній шар біофільтраційної установки не замулюється та має хорошу фільтруючу здатність для рідкої фази стічних вод. Потім рідка фракція надходить в нижче фільтруючі шари біофільтра, які попередньо обростають біоплівкою з аеробних мікроорганізмів, які здійснюють остаточне очищення стічних вод [10].

Органічні тверді частинки, які відфільтровуються з позступаючих стічних вод верхнім шаром, піддаються біоруйнуванню в результаті життєдіяльності асоційованих мікроорганізмів у цих прошарках, які збагачуються органічними речовинами. Утворення та накопичення біогумусу в системі збільшує пористість субстрату та гідравлічну провідність верхнього шару біофільтра, а також збільшує площу поверхні частинок, що призводить до підвищеної адсорбції забруднюючих речовин органічної та неорганічної природи [11]. Тобто ці мікробні ценози здатні біоакумулювати багато токсичних хімічних речовин, включаючи важкі метали, біотрансформувати їх та біодеградувати токсичну органіку за допомогою ферментативних активностей. Важкі метали зв'язуються за допомогою спеціальних білків, які знаходяться в тканинах спеціальних мікроорганізмів. Хлорогенні клітини мікробного ценозу, в основному накопичують важкі метали і здійснюють їх іммобілізацію в малих сферичних хлорогосомах і сміттєвих везикулах, що є в клітинах.

Ефективні мікроорганізми здатні знищувати хвороботворні мікроорганізми, що знаходяться в стічних водах [12]. Очищена вода стає детоксифікованою і дезінфікованою і достатньо чистою, щоб бути повторно

використаною для непитної мети, наприклад, миття, чищення, промислового застосування та для сільськогосподарської іригації, оскільки вона дуже поживна і збагачена макро-і мікроелементами [13].

Насичення стічних вод повітрям сприяє переміщенню та перемішуванню сорбенту у водному потоці, створюючи аеробні умови та роблячи кисень, доступним для аеробних мікроорганізмів, що суттєво прискорює біологічне розкладання відходів. Аеробні процеси біорозкладання органічних речовин є більш швидкими, ніж анаеробні [14].

При такій переробці вод відбувається повніша утилізація біогенних та неорганічних речовин, котрими забруднені стічні води, внаслідок чого вони позбавленні від хвороб та токсинів. При цьому технологія біофільтрації дозволяє отримувати з стічних вод три господарсько корисних кінцевих продукти: біокомпост (органічне високогумусоване добриво), надлишковий активний мул (сировина для кормової та фармацевтичної промисловості) та очищену воду, яка може повторно використовуватись для іригації в сільському господарстві та різних галузях народного господарства [15].

1.3. Ключові фактори, що впливають на процес біофільтрації

Ціла низка факторів, котрі є вирішальними при очищенні стічних вод за допомогою технології біофільтрації, впливають на подальшу продуктивність та ефективність роботи системи очистки стічних вод в цілому. Ключовими факторами є види ефективних мікроорганізмів та їх біомаса, гідравлічний час контакту, гідравлічне навантаження та провідність, а також склад кількісних та якісних характеристик стічних вод [16].

1.3.1. Види мікроорганізмів, придатних для біофільтрації

Видовий склад мікробного ценозу є досить різноманітним та багато в чому визначається складом стоків, які надходять на біологічне очищення. Оскільки саме вони є поживним середовищем для життєдіяльності мікроорганізмів.

Основні групи мікроорганізмів в мікробному ценозі, котрий ще називають біомасою. можуть бути наступні: 1) найпростіші; 2) актиноміцети (мікроскопічні гриби); 3) бактерії; 4) інфузорії; 5) амеби; 6) черв'яки (нематоди); 7) коловратки і т.д. [17].

Ці мікроорганізми здатні поїдати шкідливі бактерії, і тим самим омолоджувати і збільшувати біомасу мікробного ценозу.

Збільшення біомаси призводить до нестачі кисню, і мікроорганізми починають голодувати. Це негативно позначається як очищення стоків, тому кількість мікробного ценозу в аераційної системі необхідно постійно регулювати, тобто видаляти надлишок активного мулу [18]. Але в той час, якщо видалити відразу велику його частину, то відповідно різко знизиться і кількість ефективних мікроорганізмів, що також погіршить якість очищення стоків.

Для здійснення регулювання процесу очищення в потрібному напрямку визначальну роль відіграють дані, що описують склад та фізіологічні особливості мікроорганізмів, які безпосередньо здійснюють процес біологічного очищення. Необхідна наявність інформації також про умови, в яких мінералізатори будуть відчувати себе найбільш комфортно, швидко переробляти органічні речовини, що знаходяться в стоках. Маючи в своєму розпорядженні цією інформацією можна прискорити і здешевити процес біологічного очищення [19].

1.3.2. Аеробність системи

Ефективні мікроорганізми в переважній більшості це факультативні анаероби, які можуть легко пристосовуватися до наявності вільного розчиненого кисню в стічних водах. Дуже важливо, щоб на біологічному етапі створювалися анаеробні ділянки, які покликані для більш глибокого видалення фосфоровміщуючих сполук [20]. Чергування аеробних та анаеробних зон на біологічному етапі видалення високомолекулярних органічних сполук це запорука високої якості очистки стічних вод [21].

1. 4. Якісні показники біологічної очистки стічних вод

Побутові стічні води містять у собі різні групи забруднюючих речовин, у тому числі миючі засоби, харчові відходи, нафтопродукти і т. д. Склад та характеристики стічних вод можуть істотно впливати на зростання, розмноження та активність популяції мікробного ценозу та можуть обмежувати процес їх обробки біофільтрацією [22].

Токсичність різних компонентів та їх порогові концентрації досі широко не вивчені. Хьюз із співробітниками [23] вивчали вплив амонійних та натрієвих солей, котрі обмежують продуктивність системи біофільтрації. Дослідження показали, що хлорид натрію є одним з найбільш токсичних сполук натрію у стічних водах. Деякі види мікроорганізмів, такі як *Eikelboom type 0961* можуть бути стійкими до токсичних сполук [24]. Присутність високих концентрацій солей пригнічує утворенню біомаси, що, своєю чергою, суттєво знижує ефективність роботи біофільтра. Було встановлено, що при однакових концентраціях натрій хлористий (NaCl) був більш токсичним для біомаси, ніж сульфат натрію (Na_2SO_4). Дослідження також показали, що деякі мікроорганізми біомаси мають здатність детоксифікувати NaCl , хоча при цьому репродуктивна здатність їх порушувалася, якщо біомаса піддавалася впливу помірних концентрацій NaCl протягом тривалого періоду часу. Найбільш чутливими до NaCl були бактерії *Thiothrix nivea*. Однак фактичний ризик від токсичності NaCl в процесі біофільтрації був низьким [25]. або біологічно неактивними, або менш токсичними.

Мікробний ценоз може бути стійкими у досить широкому діапазоні значень рН середовища від 4,5 до 9,0. Оптимальні значення рН робочого простору для біомаси близько 7,0. Значення рН стічних вод впливає на приріст та активність роботи біомаси. У дослідженнях Х'юза зі співробітниками було встановлено, мікроорганізми можуть виживати значеннях рН середовища між 6,2 і 9,7 при погіршенні стану робочого простору біофільтра як при високих, так і низьких значеннях рН [26]. значення ефективної роботи системи біофільтрації може різко знижуватися

[27]. Його значення має залишатися позитивним, щоб підтримувати популяцію мікробного ценозу, оскільки в біомасі в умовах низької доступності кисню протягом тривалого періоду часу утворюється значна кількість сірчаних бактерій [28].

1.5. Адсорбційне доочищення стічних вод

Очищення стічних вод носить, як правило, багатоетапний характер та включає операції відстоювання, фільтрування, коагуляції, флотації, хімічної та (нарешті, завершальної) сорбційної обробки з використанням активного вугілля, іонообмінних смол, цеолітів та інших поглиначів. Адсорбцію на активному вугіллі використовують для видалення зі стічних вод особливо токсичних органічних забруднюючих і важкоокислюваних речовин. Її реалізують у тих випадках, коли біохімічне очищення стоків або неможливе, або не дає необхідного ефекту, що часто характерно для замкнутих водооборотних систем промислових підприємств [29]. Вони виготовляються з вуглецевмісних матеріалів: вугілля, антрациту, деревини, шкаралупи кокосів, торфу та ін. [30].

Зазвичай найбільш ефективне сорбційне очищення низькоконцентрованих за цільовими компонентами стоків, коли необхідної якості води, що очищається, досягають застосуванням мінімальної кількості сорбенту.

З урахуванням викладеного слід вважати, що роботи зі створення оборотних водних циклів та замкнутих систем водопостачання та каналізації, що базуються на очищенні та детоксикації стічних вод із застосуванням сорбції, найбільш креативні та перспективні [31]. Для процесів сорбційної очистки стічних вод можуть бути використані як зернені, так і порошкові активні вугілля. У сусідній московщині застосовують для таких процесів зернене активне вугілля марок АГ-3, БАУ-А, КАД-йодний та порошкові марок ОУ-А, ОУ-В, УАФ, УАМ, КАД-мелений [32].

Таким чином, активне вугілля в комплексі з іншими засобами попереднього фізико-хімічного чи біологічного очищення можуть ефективно вирішувати весь спектр завдань очищення стічних вод від токсичних, висококонцентрованих біогенних речовин та забезпечувати глобальний захист гідросфери в цілому [33].

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

2.1. Характеристика очисних споруд

Очисні споруди КП «Теплоенергетик» мають пропускну спроможність близько 1200 м³/добу. Представлені вони спорудами, для забезпечення механічної та біологічної очистки. У відповідності з проектом стічні води повинні містити забруднення у незначній концентрації за показником біологічного поглинання кисню (БПК) – 278 мг/л. Стічні води, котрі потрапляють на очисні споруди не відповідає цим вимогам [34].

Біологічний етап очистки складається з: адсорбції забруднюючих речовин на активному компоненті; мінералізації забруднень мікроорганізмами в аеробних та анаеробних умовах (див. рис. 2.1).

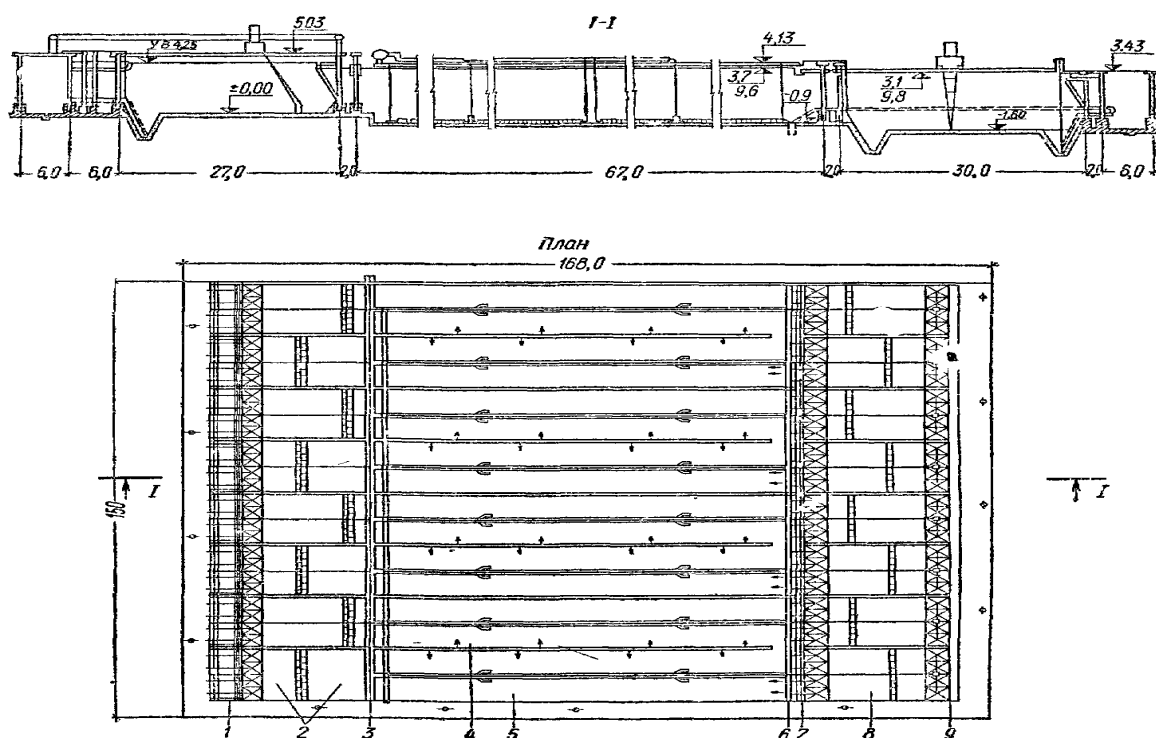


Рис. 2.1. Моноблок аеротенків с первинними та вторинними відстійниками: 1 - преаератор, 2 - первинні відстійники; 3 - розподільний канал аеротенків, 4 - розподільний лоток аеротенків; 5 - аеротенк; 6 - лоток активного мулу; 7 - розподільний канал вторинних відстійників; 8 - вторинний відстійник, 9 - контактний канал

Перший процес триває близько 10-15 хвилин, а от другий досить тривалий час. В процесі роботи аеротенку в нього надходять, попередньо очищені від механічних забруднень, стічні води, які перемішуються з активним мулом [35]. Подача повітря здійснюється компресорами крізь перфоровані дрібнопухерцеві аератори. Кисень повітря сприяє життєдіяльності мікроорганізмів, частково пригнічуючи розвиток патогенних мікроорганізмів. Аерація сприяє також дещо більшому контакту активного мулу з забрудненнями. Однією з основних умов нормальної роботи аеротенков є приріст активного мулу, який володіє гарними сорбційними та седиментативними властивостями. Активний мул в аеротенках утворюється з допомогою суспензії стічної рідини, адсорбції колоїдів і розмноження у цьому субстраті мікроорганізмів. Основну частину активного мулу становлять бактерії. На 1 мг активного мулу доводиться 10^{12} бактерій. Видова склад бактерій залежить від характеру забруднень. Крім бактерій в мулі перебувають одноклітинні організми і складніші організми – коловертки, хробаки [36]. За нормальної роботи аеротенків бактерії і найпростіші перебувають у рівновазі. Порушення рівноваги – це сигнал попередження до погіршення роботи аеротенків. Найбільш сприятливим передумовою процесу очищення в аеротенках є співвідношення з яким надходять стічні води: $\text{БПК:N:P} = 100:5:1$.

Ступінь очищення залежить від дози мулу – кількість в грамах сухої речовини на 1 л стічної рідини. Для очисних споруд с. Нове дана доза становить регенераторе – 4-7 г/л та в аеротенке – 1,2-1,8 г/л. Якість активного мулу характеризується муловим індексом – це обсяг мулу за мл, що займає у вологому стані після 30 хвилин відстоювання 1 г сухої речовини. Якщо муловий індекс має значення понад 130, то мул спущений, скдиментація його погана [37]. Швидкість осадження пластівців активного мулу залежить з його щільності. Дрібні мікроорганізми утворюють щільний мул, а довгі нитчасті форми, розгалужені організми утворюють рихлий, погано зволожений мул.

Причинами, порушення роботи аеротенка є: перевантаження споруд органічними речовинами; підвищене кисневе навантаження анаеробних зон; нестача біогенних елементів (К, N, Р); різка зміна рН середовища проживання та температури; присутність у стічної воді токсичних речовин [38].

Біохімічне очищення повне, якщо біохімічні процеси в спорудженні сягають початку реакції нітрифікації. Умовно ступінь очищення визначають також за показником БПК очищеної стічної води. За повного очищення цей показник знаходиться в межах 15-20 мг/л

2.2. Технологія обробітку цибулі на краплинному зрошенні.

Цибуля має значну залежність від вологості ґрунту. Його листя містять приблизно в 2 рази більше води, ніж листя інших овочів, наприклад, капусти і томатів. В той же час коренева система цибулі розвинена досить слабо та не пристосована проникати на достатню глибину для забезпечення своїх потреб у воді. До того ж невелика поверхня листової пластини не в змозі захистити прилеглий навколо цибулі ґрунт від випаровування [39].

Залежно від віку рослини вимоги овочевої культури до вологи змінюються, що призводить до різкого зниження врожайності за нестачі вологи в окремі періоди вегетації. Інтенсивне вирощування цибулі пов'язано з широкомасштабним застосуванням системи крапельного зрошення, яке характеризується високою економічною і технологічною ефективністю. Крапельне зрошення - це економне використання водних ресурсів (економія води від 50 до 90 %) у порівнянні з традиційним великомасштабним зрошенням поливними машинами типу ДДА, Волжанка і т. п [40]. До позитивних агротехнічних властивостей крапельного зрошення можна віднести можливість регулювання глибини зволоження, зниження ризику ураження рослин хворобами, відсутність кірки, а отже, і витрат на її руйнування, зниження кількості бур'янів, високий урожай за рахунок застосування фертигації з оптимальними дозами і співвідношенням

елементів живлення за періодами вирощування, з одночасною економією від 15 до 35 % добрив в перерахунку на одиницю продукції , запобігати забрудненню ґрунтових вод і повторного засолення ґрунту [41].

При вирощуванні цибулі з насіння ріст і розвиток рослин у перший період відбувається дуже повільно. Через місяць після сходів асиміляційні апарат досягає лише кілька квадратних сантиметрів. Перші листя дуже маленькі. Інтенсивне зростання відбувається тільки після утворення 4-5 листків [42]. Оптимальною для росту цибулі є температура 20-25 градусів, максимальної 30-35 градусів. У теплу погоду інтенсивніше розвивається надземна частина рослин, при більш низьких температурах - коренева. Тому для отримання високих врожаїв сіяти цибулю необхідно якомога раніше (в перші дні виходу в поле) [43].

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ЕМ БІОАКТИВ НА ЯКІСТЬ БІОЛОГІЧНОЇ ОЧИСТКИ КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ

3.1. Методика досліджень

Відбір проб стічних вод проводився згідно з рекомендаціями «Методичні вказівки щодо відбору проб для аналізу стічних вод. ПНД Ф 12.15.1-08» та «Інструкції з відбору проб для аналізу стічних вод. НВН 33-5.3.01-85» [18, 19, 20]. Проби стічних вод с. Нове та стічних вод деяких підприємств харчової галузі м. Кропивницький використовувалися в дослідженнях з біофільтрації. В якості пробовідбірника використовували хімічно стійкі до досліджуваних зразків стічних вод пластмасові судини місткістю по 5 л [44].

Для транспортування та зберігання проб стічних вод використовували 5-ти л ємності з полімерних матеріалів з пробкою, що нагвинчується. Об'єм проби стічної води, що відбирається, - не менше 5,0 л. Відбір проб проводили в день виконання експериментів з біофільтрації та аналізів у біохімічній лабораторії. КП «Теплоенергетик» м. Кропивницький.

3.2. Види ефективних мікроорганізмів та препарати, використані для біофільтрації

Оскільки ефективні мікроорганізми відіграють вирішальну роль у процесі очищення стічних вод, їх кількість та щільність популяції (біомаса) у воді, зрілість та здоров'я є досить важливими факторами. У роботі використовувалися видовий склад мікробіологічних препаратів ЕМ Біоактив та ЕМ Компост, які були люб'язно надані компанією ТОВ «ЕМ УКРАЇНА» м. Кропивницький. Видовий склад даних мікробіологічних препаратів є комерційною таємницею, хоча з сертифікації виробника відомо, що до препарату входить 130 регенеративних мікроорганізмів [45]. Серед них є представники фотосинтезуючих бактерій, мікоризальні гриби, молочнокислі

бактерії, азот фіксуючи та руйнуючи бактерії, і дріжджі. Вони попередньо витримувалися протягом двох тижнів для адаптації при кімнатній температурі та відносній вологості повітря 70-85 % [46].

3.3. Методики визначення основних якісних показників очистки

Показник завислих речовин характеризує кількість домішок, котра затримується на паперовому фільтрі при фільтруванні проби. Його визначали в очищеній та вихідній пробах стічної води відповідно до РНД 03-05-2002. Кількісний хімічний аналіз вод. Методика виконання вимірювань масових концентрацій завислих речовин та прожарених завислих речовин у питних, природних та стічних водах гравіметричним методом [18].

Попереднє визначення рН з точністю до $\pm 0,1$ одиниці в відібраних пробах визначали за допомогою дигітального рН-метра компанії Trans Instruments (Сінгапур). Більш точне значення рН проб стічних вод до та після біофільтрації визначали за допомогою лабораторного аналізатора рідини АНІОН 4102.

Вимір електропровідності проводили з використанням кондуктометра TDS-3 (Китай) за наступною методикою. У хімічну склянку об'ємом 200 мл відбирали пробу водного розчину, у такій кількості, щоб отвори муфти були повністю занурені і опускали в склянку зонд. Для видалення захопленого повітря всередину муфти, трохи постукували зондом по дну склянки. Потім за допомогою кнопок на пристрої вибирали діапазон вимірювання. Значення електропровідності відображалось на дисплеї.

Вимірювання концентрації кисню у воді проводили з використанням пристрою - Аналізатор Кисню Промисловий Багатофункціональний АКПМ-1-01 фірми «Альфа БАССЕНС» та у відповідності з РНД 13-05-2002 Аналізатор працює на основі катодної поляризації - 600 мВ по відношенню до допоміжного електрода та вимірювання струму, який виникає в результаті електрохімічної реакції відновлення кисню з досліджуваної проби [19, 20].

Отримані при вимірах сигнали прямо пропорційні масової концентрації розчиненого кисню в досліджуваній пробі. Сигнали датчиків оцифровуються та стандартизуються. Після розрахунку та внесення корекції на температурну залежність коефіцієнта проникності кисню через мембрану та температурну залежність розчинності кисню у воді, результат відображається на дисплеї.

Визначення колі-титру. Це найменша кількість досліджуваного матеріалу в мілілітрах, в якому виявляється один живий мікроорганізм кишкової палички *Escherichia coli*. Цей показник побічно характеризує ступінь зараженості води патогенними мікроорганізмами (РНД 27-05-2002).

Час гідравлічного утримування або час перебування (HRT) являє собою середній час затримки стічних вод в системі очищення біофільтрацією. Значення HRT системи біофільтрації було розраховано згідно з РНД 24-05-2002 [18].

Швидкість гідравлічного завантаження (HLR) визначається як швидкість, з якою стічні води надходять у систему верміфільтрації, і виражається в м^3 потоку на м^2 поверхні біофільтра на годину. Значення HLR залежать від кількох факторів, таких як структура, об'ємна щільність, якість стічних вод, профіль аерації та методу внесення ефекту. У системі верміфільтрації значення HLR являє собою обсяг стічних вод, який може бути оброблений достатньою мірою в даний момент часу.

Для додаткового очищення проб стічних вод після процесу верміфільтрації було використано активоване вугілля. Активоване вугілля марок ТСК-6×12 та ДАС, отримані відповідно з кокосової шкаралупи та антрациту [47].

Усі аналізи з визначення якісних та кількісних характеристик ґрунту та рослинної сировини проведені в акредитованій агрохімічній лабораторії ДУ Кіровоградська філія «Інститут охорони ґрунтів України»

Економічну оцінку ефективності технології вирощування цибулі при краплинному зрошенні разом з мінеральними добривами та біопрепаратом визначалася за системою натуральних і вартісних показників з

використанням нормативів і розцінок, прийнятих для виробничих умов ЦНТУ (2019 р.) [48].

Отримані результати досліджень піддавалися статистичній обробці наступними методами: дисперсійний аналіз двухфакторного дослід [4] і кореляційно-регресійний аналіз з використанням електронної таблиці Microsoft Office Excel 2010 року.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ЕМ ПРЕПАРАТІВ НА ЯКІСТЬ ОЧИСТКИ КОМУНАЛЬНИХ СТОКІВ ТА ДООЧИЩЕННЯ ЇХ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЦИБУЛІ НА ЗРОШЕННІ

На селищні очисні споруди КП «Теплоенергетик» щодобово надходить близько 1200 м³/добу стічних вод. Концентрація органічних забруднень, що у розчиненому стані, оцінюється у середньому значеннями БПК₅ близько 200 мг/л та ХПК близько 400 мг / л, загальних завислих речовин (ЗЗР) міститься у середньому від 1000 до 1200 мг / л при значеннях рН середовища 6,9- 7,8.

4.1. Підготовка фільтруючих матеріалів та їх характеристика дослідної установки.

В якості наповнювача та фільтруючого матеріалу для зони біофільтра нами був обраний щебінь, котрий був попередньо промитий проточною водопровідною водою для стабілізації рН середовища. Після стабілізації рН щебінь був висушений та розділений на фракції 20-25 мм та 6-10 мм за допомогою сита [49]. Наступним фільтруючим шаром була тирса поєднана з дрібною стружкою, яку попередньо ми відокремили від деревного пилу за допомогою сита з діаметром 2 мм. Потім вони були замочені у воді протягом доби та промиті проточною водопровідною водою. Питома вага щебеню, фракції 6-10 мм дорівнювала 2,50 г / см³, а фракція 10-25 мм мала питому вагу 2,75 г / см³. На дно дослідної установки були вмонтовані крани для збирання відфільтрованої води. Як носій мікробної біоплівки використовували подрібнений граніт [50]. Потім укладався шар потужністю в 10 см з щебеню фракційним розміром 20-25 мм, над ним шар в 10 см щебеню розміром 6-10 мм, а вже потім шар в 10 см тирси. Найвищий шар в одній установці складався з річкового піску фракція 0,8-1,2 мм (контроль), а в іншій установці в якості верхнього шару використовували ЕМ компост, який обробляли робочим розчином ЕМ Біоактив (біофільтр). Площа зони

біофільтра становила $0,12 \text{ м}^2$, а об'єм - $0,012 \text{ м}^3$. На рис. 4.1 показані компоненти для пакування лабораторних дослідних установок.

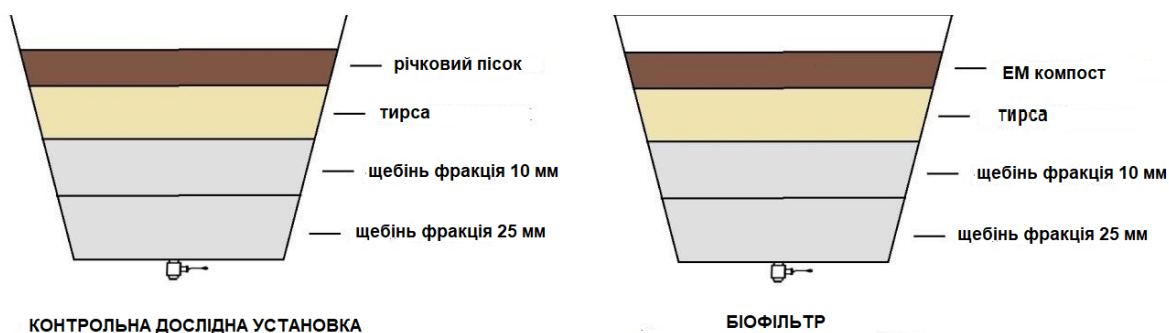


Рис. 4.1 Фільтруюче навантаження лабораторних дослідних установок для фільтрації стічних вод.

Установка для біофільтрації мала загальний робочий об'єм 40 л, загальний порожнинний об'єм становив 22,4 л. Установку промивали перед експериментами відстояною протягом доби водопровідною водою протягом 3 днів.

Для подачі стічної води використовувалися баки ємністю 30 л. Стічні води надходили на верхній шар установки через перфоровані ПВХ-труби. Швидкість подачі стічних вод регулювалася за допомогою кранів, але ми намагалися прирівняти її до тієї, котра була на очисних спорудах. На рис. 4.2 представлені лабораторні установки для біофільтрації стічних вод.



Рис.4.2 Лабораторні дослідні установки для очистки стічних вод (ліворуч контроль)

Для цього стічні води пропускали через біофільтр зі швидкістю $1 \text{ м}^3 / \text{м}^2 / \text{годину}$. Результати наведені в таблиці 4.1.

Таблиця-4.1. Ефективність біофільтрації промислових стічних вод підприємства з низьким навантаженням за вмістом органічних речовин (БПК – в діапазоні від 150 до 350 мг O_2 / $дм^3$)

Показники	Фільтратконтроль	Біофільтрат дослід
Азот загальний мг/ $дм^3$	72±12	23±11 *
БПК ₅ , мг O_2 / $дм^3$	213±30	107±17*
ХПК, мг O_2 / $дм^3$	499±81	254±52*
Фосфор загальний мг/ $дм^3$	30±14	3±2*
ЗР мг/ $дм^3$	133±20	70±15*
pH	7,0	7,2

Примітки: * - статистично значущі відмінності при $p < 0,05$.

На першому етапі досліджень ми оцінювали ефективність біофільтрації зворотних вод ТОВ «ПРОТЕЇН-ПРОДАКШН» залежно від вмісту в них органічних речовин. За результатами аналізів досліджень було сформовано дві групи: у першій - величини БПК перебували в діапазоні від 150 до 350 мг O_2 / $дм^3$; у другій – від 800 до 1500 мг O_2 / $дм^3$.

Дані у таблиці представлені середніми арифметичними та їх стандартними помилками. 50 % для БПК, ХПК, загального азоту та ЗР. Регулювання висоти шару дає можливість впливати на кінцеву концентрацію забруднюючих речовин в стічних водах. Пошарове завантаження та потужність шарів матеріалів, що фільтрують, є вирішальними факторами для видалення біогенних речовин при біофільтрації [51].

Наші дослідження показали, що зміна висоти біофільтра істотно впливає на рівні видалення загального фосфору, на чисельність популяції ефективних мікроорганізмів [52].

На наступному етапі експерименту ми оцінювали можливість використання технології біофільтрації для стічних вод з високим вмістом органічних речовин, що мають максимальну поживну цінність. Результати цього експерименту представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.- Ефективність верміфільтрації промислових стічних вод молокозаводу з високим навантаженням за вмістом органічних речовин (БПК – в діапазоні від 800 до 1500 мг O₂/дм³)

Показники	Фільтрат контроль	Біофільтрат дослід
Азот загальний мг/дм ³	146±21	65 ±23*
БПК ₅ , мг O ₂ /дм ³	1238±150	575±117*
ХПК, мг O ₂ /дм ³	2416±251	1351±150*
Фосфор загальний мг/дм ³	50±15	25±13
ЗР мг/дм ³	599±61	287±47*
pH	5,9 – 6,2	6,3 – 6,5

Результати експерименту показують, що технологія біофільтрації може успішно використовуватися для стічних вод з дуже високими концентраціями органічних речовин, коли показник БПК знаходиться в діапазоні величин від 1000 до 1500 мг O₂ / дм³.

Висока ефективність процесу біофільтрації виявлена на першому етапі наших досліджень, визначення оптимальних співвідношень популяції ефективних мікроорганізмів та співвідношення компонентів фільтра дозволило перейти до вирішення основних завдань:

1. Оцінити ефективність біофільтрації комунальних стічних вод с. Нове мікробного ценозу в режимі стаціонарного багатоденного моніторингу.
2. Вивчити технічні та економічні передумови використання робочого розчину ЕМ 5 модифікований для дезінфекції біофільтрата.

4.2. Конструкція лабораторної установки для тривалої біофільтрації стічних вод

З метою вивчення динаміки ефективності біофільтрації в умовах багатоденного експерименту, досягнення більш ефективного процесу очищення стічних вод була створена установка де сумарна висота шарів біофільтра становила 45 см при співвідношенні висоти до діаметра 1,18. Для цього була використана пластикова ПВХ каналізаційна труба діаметром 16

см. Вона була розпиляна на окремі частини довжиною по 105 см, в які були вклеєні заглушки з вмонтованими в них кранами.

Зміна висоти упакованих шарів у біофільтруючій установці може безпосередньо вплинути на показники ХПК, видалення аміаку $\text{NH}_3\text{-N}$ та загального азоту, так як регулювання висоти фільтруючих шарів у біофільтрі призводить до різних аеробно-анаеробних процесів у мікросередовищі [53]. Окрім того, зростання та розмноження популяції ефективних мікроорганізмів напряду пов'язане з вологістю системи в цілому, вентиляцією фільтруючого матеріалу та рівня їх метаболізму. Регулювання висоти фільтруючого шару може впливати на ключові фактори біофільтрації. Висота шарів матеріалів, що фільтрують, є вирішальними факторами для видалення токсикантів [54]. Було показано, що зміна висоти верміфільтра істотно впливає на рівні БПК та ХПК, вміст загального фосфору, чисельність популяції мікробного ценозу, в тому числі і чисельність актиноміцетів. Висока ефективність видалення політантів, активність мікроорганізмів досягалися, коли сумарна висота шарів фільтруючих матеріалів була не менше 60 см. На дно таких установок поміщався шар щебеню (25 см) розміром частинок 20-25 мм, потім наступний шар (25 см) фракцією 4-10 мм, потім шар (25 см) фракція менше 4 мм, потім шар тирси (15 см). У верхній шар ЕМ компосту.

Робоча зона лабораторної установки становила 100 см при діаметрі 16 см. Співвідношення висоти робочої зони установки до її діаметру складало 6,25. Загальний об'єм установки складав 19,0 л, об'єм порожнин – 9,2 л. Схема установки представлена на рис. 4.3.

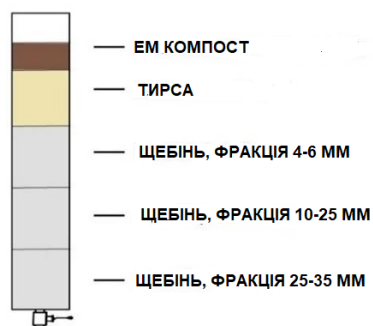


Рис. 4.3 – Схема лабораторної установки для біофільтрації стічних вод у багатоденному експерименті.

Для того щоб установка з біофільтрації працювала більш ефективно, через неї пропускали стічні води протягом одного-двох тижнів. Це сприяло обростанню матеріалів, що наповнюють біоплівкою з мікроорганізмів. Швидкість пропускання стічних вод в цьому експерименті регулювалася таким чином, щоб вологість біофільтра не перевищувала 85 %. Швидкість фільтрації визначалася в залежності від ефективності очищення стічних вод та чисельності популяції ефективних мікроорганізмів у зоні біофільтра. Результати цих досліджень наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3-Ефективність очищення комунальних стічних вод у процесі багатоденної біофільтрації.

Показники	Фільтрат контроль	Біофільтрат дослід
Азот загальний мг/дм ³	146 ±12	65±11 *
БПК ₅ , мг О ² /дм ³	213±30	107±17*
ХПК, мг О ² /дм ³	499±81	254±52*
Фосфор загальний мг/дм ³	19±6	16±5
ЗР мг/дм ³	260±35	18±15*
рН	7,0-7,5	7,2-7.5
Колір	сірий	світло-коричневий
Запах	сильний неприємний	відсутній
Колі-індекс, КОЕ/100 мл	> 10 ⁶	10 ³

Результати представлені в таблиці 4.3 дозволяють стверджувати, що при оптимально підібраних параметрах швидкості фільтрації та чисельності популяції мікробного ценозу, ефективність біофільтрації в колонах зі сформованою мікробіотою, що оцінюється за величинами ЗР, БПК та ХПП становить від 45 до 60 %. Показник колі-індексу знижується на 3 порядки.

В процесі біофільтрації відбувається екстракція водорозчинних речовин із зони біофільтра органічної та неорганічної природи, включаючи гумінові речовини. Тому біофільтрат має коричневий колір (див. рис. 4.4).



Рис.4.4 Господарсько-побутові стічні води с. Нове до (ліворуч) та після проходження біофільтра (праворуч).

Протягом перших трьох тижнів пропускати стічні води для акліматизації популяції мікробного ценозу ефективних мікроорганізмів у зоні біофільтра та колонізації ними фільтруючих матеріалів та утворенням біоплівки.

4.3. Визначення фітотоксичності та ростових властивостей біофільтрату в лабораторних умовах

З метою контролю фітотоксичності біофільтрату та оцінки можливого його використання як зрошувальної води було проведено тест на пророщування насіння пшениці. Для цього 50 насіння помістили на фільтрувальний папір чашки Петрі діаметром 10 см та додали 5 мл біофільтрату. В якості контролю використовували водопровідну воду. Чашки закривали скельцями та залишали при кімнатній температурі на 5 діб при температурі 25 °C. Після закінчення досліду оцінили сиру біомасу проростків та їх довжину. Результати дослідів представлені у таблиці 4.4 та на рис. 4.5.



Рис. 4.5 Використання біофільтрату при пророщуванні насіння пшениці: ліворуч насіння замочене у біофільтраті, праворуч – контроль.

Таблиця 4.4.-Вплив біофільтрату на швидкість пророщування насіння пшениці (n = 50).

Проби	Сира біомаса проростків, г	Середня довжина проростку, мм
Контроль	2,9±1,1	58,6±17,7
Біофільтрат	3,8±1,8*	81,1±24,7*

Примітки: * – статистично значущі відмінності при $p < 0,05$.

Існує думка, що зниження розміру коренів або проростків на 70 % є ознакою фітотоксичності, а збільшення цих параметрів на 20 % ознакою зростання при використанні стимулювання препаратів [54]. Аналізуючи результати наведені в таблиці 4.4 ми прийшли до висновку проте, що біофільтрат стічних вод має високу поживну цінність.

4.4. Використання каолінової глини для видалення залишкової мікрофлори у біофільтраті

Для зменшення шкідливого впливу на навколишнє середовище видалення патогенів зі стічних вод необхідно надавати особливого значення. Тому процеси дезінфекції мають вирішальне значення до роботи очисних споруд. Дезінфекція традиційно здійснюється шляхом хлорування, що значно знижує рівень патогенів, але може становити серйозну небезпеку для здоров'я людини та навколишнього середовища внаслідок утворення ЕМ

колобки являють собою кульки каолінової глини до яких доданий концентрат ЕМ Біоактив. Результати представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5-Вплив ЕМ колобків на титр фекальних колі форм

Проби	Титри фекальних коліформ, КОЕ/100 мл
Стічна вода - контроль	$\geq 10^6$
Стічна вода після біофільтрації	10^3
Стічна вода після біофільтрації + ЕМ колобки 1 % від маси біофільтру	10^2
Стічна вода після біофільтрації + ЕМ колобки 5 % від маси біофільтру	0

Дані таблиці 4.5 яскраво свідчать про те, що ЕМ колобки в кількості від 1 до 5% здатні пригнічувати та видаляти повністю з стічних вод. Технологія дезінфекції біофільтрату на основі використання ЕМ колобків може виявитися дуже затребуваною.

Багато дослідників вважають, що технологія біофільтрації здатна запропонувати реально економічно ефективний та зручний спосіб очищення різних видів стічних вод від побутових до промислових. За її допомогою можливо забезпечити замкнуту систему очищення стічних вод, так як біофільтрат, може бути повторно використаний для зрошення, або для вторинного використання отриманого ЕМ компосту. Який в принципі є побічним агрономічно цінним продуктом, тобто може бути використаний як аналог органічним добрив. Тому частина витрат за цією технологією може бути компенсована за рахунок повторного використання біофільтрованої води та ЕМ компосту.

Технологія біофільтрації та застосування ЕМ препаратів в частості має потенціал для вирішення проблеми очищення стічних вод та водної кризи одночасно, також має значні переваги у порівнянні з традиційними технологіями очищення стічних вод [55].

Ефективні мікроорганізми як складова частина біофільтра іммобілізованими на ньому, здатні в результаті механізмів поглинання та біодеградації видаляти зі стічних вод органічні та неорганічні забруднювачі

за такими найважливішими показниками якості води як БПК₅ більш ніж на 90 %, ХПК - на 80-90 %, завислі речовини до 90-95%.

Технологія біофільтрації здатна забезпечити стійкий спосіб очищення різних типів стічних вод. Однак необхідне проведення більш детальних досліджень, щоб підвищити ефективність біофільтруючих систем та зробити їх надійною та ефективною комерційною технологією.

Вивчення потенційно шкідливих мікроорганізмів дота після очищення стічних вод також бажано, тому що переважна більшість стічних вод містить шкідливі патогени, та є необхідність аналізувати їх, перш ніж очищена вода може бути повторно використана [56].

Такі фактори, як кількість біомаси, кліматичні умови, кількісний та якісний склад стічних вод, швидкість подачі та час обробки стічних вод, є найбільш важливими, котрі і визначають в підсумку загальну продуктивність системи очистки стічних вод. Результати наукових досліджень показують, що біофільтрація може бути рекомендована як для великих міст, так і для сільських населених пунктів, невеликих громад та малих підприємств, котрі мають не великі об'єми стічних вод, забруднених біогенними елементами в якості життєздатної альтернативи традиційним способам очищення стічних вод.

Незважаючи на те, що система біофільтрації є низько вартісним, екологічно безпечним та вигідним способом очищення стічних вод, при більш ретельному розгляді та аналізі кожного аспекту цієї системи стає очевидним те, що цей спосіб є не таким вже й простим. Включення мікробного біоценозу до складу біофільтра призводить до ускладнення забезпечення та підтримки оптимальних умов функціонування системи для найвищої продуктивності та ефективності [57]. Такі фактори, як температура, рівні вологості та вміст кисню, гідравлічне навантаження та час гідравлічного затримання є надзвичайно важливими для підтримки популяції ефективних мікроорганізмів в системі, для гарантії досить високої якості очищених стічних вод. Тим не менш, є широкі можливості для більш

суттєвих наукових досліджень, покликаних на вдосконалення цієї перспективної біотехнологіїю очищення стічних вод та збільшення її ефективності.

Технологія біофільтрації може бути рентабельним, ефективним, економічним та зручним процесом без утворення великої кількості осадів стічних вод, а також без виділення газів, що мають неприємний запах. Будь-які нетоксичні стічні води від домашніх господарств, комерційних організацій або промислових підприємств можуть успішно перероблятися за допомогою цієї технології, а сама вона може бути відпрацьована для переробки досить специфічних видів стічних вод. Можливості її використання практично безмежні, адже вона може використовуватися як децентралізовано окремими виробництвами, так і комплексно для того, щоб знизити навантаження на очисні споруди.

4.5. Визначення поживних та ростових властивостей біофільтрату в польових умовах

Для визначення фітотоксичності біофільтрату при крапельному зрошенні на ріст та розвиток овочевої культури – цибулі ріпчастої, передбачалися два контрастні варіанти з мінеральним живленням цибулі: природна родючість ґрунту – варіант без внесення добрив та варіант з поливом очищеними стічними водами з використанням мікробіологічного препарату ЕМ Агро, що забезпечує підвищений рівень живлення рослин (див. табл.. 4.6-4.8). Застосування поза кореневих обробок рослин цибулі у фазу початку утворення цибулини очищеними стічними водами та ЕМ Агро могло лише опосередковано впливати на поживний режим ґрунту, за рахунок посилення ростових процесів і, як наслідок, збільшення поглинання поживних речовин із ґрунту та стоків. Це опосередковано підтверджується

Таблиця 4.6 – Вплив стоків на вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту за фазами розвитку ріпчастої цибулі (2018-2020 роках)

Фон живлення	N-NO ₃ , мг/100 г ґрунту на дату				
	22-25 квітня	13-17 травня	7-12 червня	II-III декада серпня	середнє за вегетацію
Ред Кармен F₁					
Контроль	2,15	2,84	2,18	0,75	1,99
Стічні води+ЕМ Агро	2,35	3,50	9,80	2,95	4,65
Стічні води	2,35	3,60	9,10	1,55	4,15
НІР ₀₅	-	-	0,3-0,9	0,5-1,0	-
Середнє за варіантами з СВ	2,28	3,31	7,03	1,75	
Голіат F₁					
Контроль	2,35	2,90	1,85	0,64	1,94
Стічні води+ЕМ Агро	2,30	3,95	8,60	1,40	4,06
Стічні води	2,45	3,80	8,55	1,35	4,04
НІР ₀₅	-	-	0,5-1,2	0,7-1,4	-
Середнє за варіантами з СВ	2,37	3,55	6,33	1,13	
Августа F₁					
Контроль	2,40	2,87	2,05	0,91	2,05
Стічні води+ЕМ Агро	2,45	3,75	9,10	2,85	4,54
Стічні води	2,20	3,60	9,20	2,55	4,39
НІР ₀₅	-	-	0,2-0,7	0,6-0,9	-
Середнє за варіантами з СВ	2,35	3,41	6,78	2,10	

Основна кількість ґрунтового азоту зосереджена в органічній речовині ґрунту. Цей вид азоту є недоступним для рослин, тому про забезпеченість рослин ґрунтовим азотом судять виходячи зі вмісту у ґрунті мінерального азоту, котрий представлений в основному нітратними та амоніями формами. До того ж нітрати знаходяться у ґрунті у вигляді водорозчинних солей.

Загальний вміст мінерального азоту в ґрунті лабільний, схильний до більших коливань, у зв'язку з чим його визначають кілька разів за період вегетації рослин, тобто в динаміці [57].

Утворення нітратів протягом вегетаційного періоду відбувається нерівномірно. Ранньою весною процес нітрифікації ґрунтового азоту має досить слабку динаміку. При підвищенні температури ґрунту збільшується накопичення нітратного азоту, досягаючи максимуму в літні місяці, потім до осені, зі зниженням середньодобових температур та збільшення споживання рослинами, вміст нітратів значно зменшується.

На контрольному варіанті кількість нітратного азоту протягом вегетаційного періоду на всіх гібридах не перевищувала 3 мг / 100 г та в

середньому за вегетацію коливалася в межах 1,94-2,05 мг / 100 г, що вказує на низький рівень азотного живлення. Це пов'язане з поглинанням їх рослинами. в середньому в 4,2-4,5 рази, що забезпечувало більш сприятливий режим живлення рослин.

На варіантах з поливом стічними водами та внесення мікробного препарату у фазу масового полягання листя, ми фіксували зменшення нітратного азоту в ґрунті ймовірно через збільшення споживання його рослинами. У цю фазу спостерігалися різкі відмінності між варіантами досліду. Так, у фазу масового вилягання листя (II-III декади серпня) мінімальна кількість азоту нітратів спостерігалася на контролі (0,64-0,91 мг/100 г), а от на варіантах з стічними водами кількість нітратів була вдвійчи вищою.

Таблиця 4.7 – Вплив стічних вод на вміст рухомого фосфору в орному шарі ґрунту за фазами розвитку ріпчастої цибулі (2018-2020 роках)

Фон живлення	P ₂ O ₅ , мг/100 г ґрунту на дату				
	22-25 квітня	13-17 травня	7-12 червня	II-III декада серпня	середнє за вегетацію
Ред Кармен F₁					
Контроль	22,8	22,8	21,3	20,8	21,9
Стічні води+ЕМ Агро	23,2	24,1	24,3	23,6	23,8
Стічні води	23,0	23,6	24,5	23,5	23,6
НІР ₀₅	-	-	0,6-0,9	0,4-0,7	-
Середнє за варіантами з СВ	23,0	24,0	24,5	23,6	
Голіат F₁					
Контроль	23,1	23,1	21,4	20,8	22,1
Стічні води+ЕМ Агро	23,3	24,2	24,3	23,6	23,8
Стічні води	23,3	24,0	24,2	23,2	23,7
НІР ₀₅	-	-	0,3-0,5	0,2-0,5	-
Середнє за варіантами з СВ	23,1	23,9	24,1	23,3	
Августа F₁					
Контроль	22,9	22,9	21,9	21,1	22,2
Стічні води+ЕМ Агро	23,0	23,4	23,8	22,7	23,2
Стічні води	23,0	23,6	23,5	22,5	23,1
НІР ₀₅	-	-	0,4-0,7	0,5-1,0	-
Середнє за варіантами з СВ	23,0	23,6	23,7	22,6	

Ефективна родючість ґрунтів щодо фосфатів визначається запасом рухомих форм фосфору. Під рухомими сполуками фосфору маються на увазі

як ті ґрунтові фосфати, які безпосередньо можуть бути засвоєні рослинами в даний момент, так і ті форми P_2O_5 , які порівняно швидко можуть переходити в ґрунтовий розчин. динаміка рухомого фосфору була виражена слабо та практично не залежала від стічних вод та температури ґвіологи (див.табл. 4.7). Вміст рухомого фосфору протягом вегетаційного періоду знаходився на високому рівні (понад 20 мг / 100 г за методом Чирикова), на контрольному варіанті до кінця вегетації вміст фосфору зменшувався, на 1,5-2 мг, при цьому також залишався на високому рівні.

В цілому, на всіх варіантах дослідів у всі періоди розвитку рослини цибулі були добре забезпечені рухомими фосфатами.

Таблиця 4.8 – Вплив стічних вод на вміст рухомого калію в орному шарі ґрунту за фазами розвитку ріпчастої цибулі (2018-2020 роках).

Фон живлення	K ₂ O, мг/100 г ґрунту на дату				
	22-25 квітня	13-17 травня	7-12 червня	II-III декада серпня	середнє за вегетацію
Ред Кармен F₁					
Контроль	10,9	11,3	9,7	6,6	9,6
Стічні води+ЕМ Агро	11,2	12,3	14,2	9,6	11,8
Стічні води	10,8	11,8	13,9	9,2	11,4
НІР ₀₅	-	-	0,5-0,9	1,0-1,3	-
Середнє за варіантами з СВ	11,0	12,1	14,0	9,6	
Голіат F₁					
Контроль	11,1	11,4	9,5	6,9	9,7
Стічні води+ЕМ Агро	11,2	12,1	13,4	8,7	11,3
Стічні води	11,2	12,2	13,0	8,5	11,2
НІР ₀₅	-	-	0,6-1,1	0,8-1,2	-
Середнє за варіантами з СВ	11,2	12,1	13,1	8,6	
Августа F₁					
Контроль	10,9	11,3	10,0	6,3	9,6
Стічні води+ЕМ Агро	11,0	11,9	12,7	10,7	11,6
Стічні води	11,0	12,3	13,0	10,5	11,7
НІР ₀₅	-	-	0,4-1,0	0,3-0,7	-
Середнє за варіантами з СВ	11,0	12,0	12,8	10,6	

Мінімальний за вегетаційний період вміст калію спостерігався у фазу масового вилягання листя, що пов'язано з інтенсивним поглинанням калію при формуванні врожаю. ,9 мг / 100 г ґрунту, тобто перейшло на середній рівень. Полив рослин стічними водами та мікробним препаратом

підтримувало вміст рухомого калію в ґрунті на рівні вище середнього, що підтверджується статистичною обробкою (НІР₀₅).

Проведений кореляційний аналіз даних виявив наявність позитивного середнього зв'язку вмісту поживних речовин у ґрунті з масою цибулини, масою рослини та листя, а також з урожайністю гібридів цибулі Ред Кармен F1 та Голіат F1 (див. табл. 4.9). Вищі коефіцієнти кореляції отримані із вмістом у ґрунті поживних речовин у фазу початку утворення цибулини (І-ІІ декади липня); якщо ж брати середні за вегетацію дані щодо вмісту поживних речовин у ґрунті, то кореляційна залежність за більшістю показників знижується.

Таблиця 4.9 – Кореляційна залежність маси рослини та врожайності із вмістом поживних речовин у ґрунті

Показники	Коефіцієнти кореляції ($\pm r$) з вмістом поживних речовин у ґрунті					
	у фазі почаску формування цибулини (7-12 липня)			в середньому за вегетацію		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ред Кармен F₁						
Маса рослини	0,67	0,70	0,77	0,60	0,71	0,60
Маса цибулини	0,59	0,63	0,71	0,51	0,65	0,53
Маса листків	0,77	0,79	0,80	0,75	0,76	0,69
Врожайність загальна	0,76	0,83	0,84	0,69	0,82	0,72
Врожайність стандартна	0,76	0,81	0,84	0,69	0,81	0,70
Голіат F₁						
Маса рослини	0,53	0,56	0,52	0,43	0,44	0,44
Маса цибулини	0,53	0,55	0,52	0,43	0,43	0,45
Маса листків	0,50	0,56	0,49	0,37	0,46	0,38
Врожайність загальна	0,64	0,72	0,62	0,53	0,65	0,51
Врожайність стандартна	0,59	0,68	0,57	0,48	0,62	0,46
Августа F₁						
Маса рослини	0,66	0,73	0,68	0,60	0,61	0,67
Маса цибулини	0,56	0,58	0,60	0,49	0,47	0,58
Маса листків	0,56	0,69	0,52	0,55	0,61	0,55
Врожайність загальна	0,14	0,12	0,22	0,03	0,03	0,19
Врожайність стандартна	0,09	0,10	0,18	-0,02	-0,02	0,15

Під коефіцієнтом використання рослиною того чи іншого поживного елементу із ґрунту розуміють частку поживної речовини, яка використовується рослиною протягом вегетації по відношенню до загального

вмісту рухомої форми цього елемента. Зазвичай, чим менший вміст рухомої форми поживного елемента у ґрунті, тим нижчий коефіцієнт його використання рослинами [15]. При зрошенні очищеними стічними водами посилюється мобілізація поживних речовин ґрунту, внаслідок чого збільшуються коефіцієнти використання їх рослинами..

Коефіцієнти використання поживних речовин можуть суттєво змінюватися не тільки через біологічні особливості овочевих культур, а й внаслідок зміни зовнішніх факторів (родючість ґрунту, погодні умови, агротехніка, дози та строки внесення добрив та ін.). Оскільки поєднання факторів у природі може бути найрізноманітнішим, то й коефіцієнти поживних речовин можуть значною мірою варіювати. В наших дослідженнях коефіцієнти ми отримали для гібридів були наступні: Ред Кармен F1 N – 46, P2O5 – 8, K2O – 51; Голіат F1 – N – 68, P2O5 – 10, K2O – 72; Августа F1 - N - 54, P2O5 - 9, K2O – 60 (див. табл.. 4.10).

Таблиця 4.10 – Коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту та стічних вод гібридами цибулі ріпчастої (2018-2020 роках).

Фон питания	Коефіцієнти використання поживних речовин, %					
	з ґрунту			з стічних вод		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ред Кармен F₁						
Контроль	46	8	51	-	-	-
Стічні води	-	-	-	36	21	45
Стічні води+ЕМ Агро	-	-	-	56	31	68
Середнє за NPK	-	-	-	46	26	57
Голіат F₁						
Контроль	68	10	72	-	-	-
Стічні води	-	-	-	44	19	52
Стічні води+ЕМ Агро	-	-	-	56	24	62
Середнє за NPK	-	-	-	50	22	57
Августа F₁						
Контроль	54	9	60	-	-	-
Стічні води	-	-	-	8	11	11
Стічні води+ЕМ Агро	-	-	-	13	12	19
Середнє за NPK	-	-	-	11	12	15

Максимальні коефіцієнти отримані для гібриду Ред Кармен. На варіантах із позакореневими обробками рослин ЕМ Агро спостерігалось підвищення коефіцієнтів використання поживних речовин з стічних вод. Для

Ред Кармен у варіанті стічні води+ЕМ Агро коефіцієнти склали: N – 56%, P₂O₅ – 31%, K₂O – 68%, а Голіат відповідно 56, 24 та 62%.

Низькі коефіцієнти використання поживних речовин з стічних вод отримані для гібриду Августа. Через відсутність збільшення врожайності на контрольних варіантах коефіцієнти використання ми не наводили. Середні за гібридами коефіцієнти використання поживних речовин із добрив склали: Ред Кармен F1 N – 46%, P₂O₅ – 26%, K₂O – 57%; Голіат F1 N - 50%, P₂O₅ - 22%, K₂O - 57%; Августа F1 N - 11%, P₂O₅ - 12%, K₂O - 15%.

4.6. Компонівка системи крапельного зрошення при вирощуванні цибулі ріпчастої та показники якості очистки стічних вод

Оцінка якості стічних вод перед подачею її до зрошувальних трубопроводів є обов'язковим при проектуванні системи зрошення. Основними питаннями при проведенні даної оцінки є її якісні характеристики як фактор впливу на ґрунти та гідрогеологічні умови (див. табл. 4.11 та 4.12).

Таблиця 4.11. - Якісні показники стічних вод в камері дефосфатації при застосуванні ЕМ колобків

Місце відбору	Показник якості стічної води, мг/дм ³					
	NH ₄	NO ₂	NO ₃	завислі речовини	БПК	ХПК
1	2	3	4	5	6	7
До I відстійників	150,7	1,01	—	611,6	110	150
Після внесення ЕМ колобків	50,6	0,92		72,0	98	-
Б-1	4,95	1,54	13,7	49,0	18	—
Б-2	1,48	0,7	16,9	41,0	17,8	—
Б-3	1,67	0,68	18,8	52,0	19,2	—
Б-4	5,36	1,36	19,0	38,0	19,2	—
Б-5	5,36	1,37	12,5	43,0	21,4	—
Б-6	5,48	0,92	13,4	41,0	19,8	—
Б-7	5,56	0,89	13,1	40,0	21,2	—

Продовження таблиці 4.11

1	2	3	4	5	6	7
Внесення ЕМ Біоактив в біофільтр	5,71	1,53	12,3	15,8	18,3	34,6

Таблиця 4,2. - Якість стічних вод після вторинних відстійників

Показники якості	Значення показників, мг/дм ³	
	фактичне	ПДС
Азот амонійний	1,02	не більше 2,0
Нітрити	0,54	не більше 0,58
Нітрати	27,2	не більше 35
Сульфати	50,6	не більше 500
Хлориду	76,9	не більше 350
Зважені речовини	15,8	не більше 20,0
ХПК	29,3	30 — 50
Фосфати	0,50	не більше 1,0
Залізо (загальне)	0,1	не більше 0,5

Аналіз таблиці показує, що якість стічних вод без застосування ЕМ препаратів не може відповідати діючим для підприємства нормативам на скид у водний об'єкт. Однак при використанні ЕМ колобків, як показує дослідження відібраних зразків стічних вод після основного та додаткового очищення на біофільтрах якісні показники стічних вод значно нижчі за ПДС, але в той же час володіють відмінними поживними властивостями і не призведе до засорення крапельниць зрошувальної системи (див. рис.4.6).

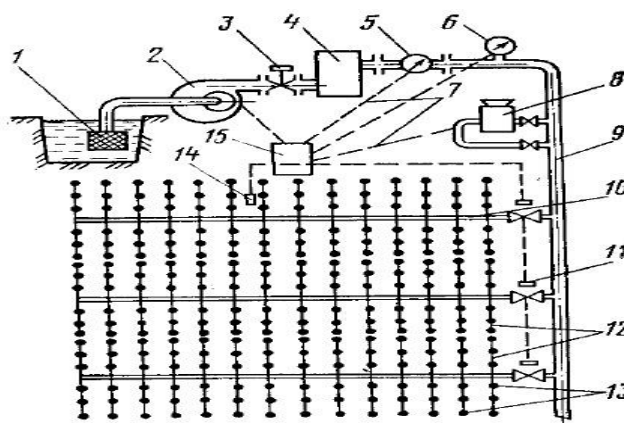


Рис. 4.6. 1 – водозабір (ставок акумулятор); 2 – насосна станція; 3 – головна засувка; 4 – фільтр; 5 – водомірний пристрій; 6 – манометр; 7 – канали зв'язку; 8 – вузол для

внесення добрив (за потреби); 9 – магістральний трубопровід; 10 – розподільний трубопровід; 11 – дистанційна засувка; 12 –

поливні трубопроводи; 13 – крапельниці; 14 – датчик необхідності поливу; 15 – пульт керування.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕМ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ГЛИБОКОЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Діючи на сьогодні науково-обґрунтовані заходи, котрі спрямовані на запобігання негативного впливу на навколишнє природне середовище більшість комунальних підприємств практично не в змозі дотримуватися, через наявні в них технологічні засоби. В переважній більшості цих підприємств у спадок залишилися ще очисні споруди, розроблені за радянських часів, коли всього було багато і ніхто не думав про екологічні наслідки для нащадків.

В сучасних умовах лише незначна частка забруднень може бути утилізованою водними екосистемами самотужки. Все з чим вони не здатні ефективно боротися несе в собі шкоду в планетарному масштабі [6].

Про ефективні мікроорганізми (ЕМ) людство знає певний проміжок часу, але вони все ще залишаються «заморським чудом» і впровадження цієї технології та препаратів йде досить повільно в Україні. В основному це пов'язано з відсутністю загальнодержавної підтримки як виробника цієї продукції, так і підприємств комунальної форми власності. Головним поштовхом в цій не простій, а в деяких випадках, і катастрофічній ситуації має бути не постійний пресинг природоохоронного законодавства, а варіанти вирішення даної проблеми в однаковій мірі позитивно для усіх сторін.

Аналіз економічної ефективності застосування очищених стічних вод в якості поливної води з відмінними удобрюваними властивостями дозволяє визначити оптимальні їх поливні норми внесення для отримання максимального прибутку від реалізації продукції [6]. Для обґрунтування застосовуваних поливних норм під ріпчасту цибулю був проведений економічний розрахунок та виявлені варіанти з найбільш високим рівнем рентабельності.

При реалізації у період після збору врожаю цибулі ріпчастої закупівельна ціна пізньостиглих гібридів дорівнювала 9 грн. за 1 кг, середньостиглого - 11 грн. за 1 кг.

Згідно з «Технологічними картами», витрати на вирощування цибулі ріпчастої складаються з таких основних статей: основна обробка ґрунту, підготовка цибулин до посадки, передпосадкова підготовка ґрунту, посадка, догляд, збирання та сортування врожаю. При цьому враховуються норми виробітку за 1 годину; витрати за весь обсяг робіт в чол. год. / га, т; тарифні ставки за норму (грн. / га, т); витрати пального, електроенергії; норму внесення мінеральних добрив та їх вартість; відрахування за амортизацію та поточний ремонт обладнання та сільгосптехніки.

Собівартість продукції обчислюють розподілом всіх виробничих витрат на кількість виробленої продукції.

Прибуток визначалася різницею між вартістю продукції та виробничими витратами у процентах.

На підставі результатів досліджень 2019-2021 років розраховано економічну ефективність вирощування гібридів цибулі ріпчастої в однорічній культурі із застосуванням очищених стічних вод та обробок ЕМ препаратами (див. табл. 5.1).

Ред Кармен F1. Максимальний прибуток (41,3 тис. грн. / га) з рентабельністю 280,2 % за однієї з мінімальних величин собівартості продукції (2,6 тис. грн. / т) отримано при вирощуванні гібрида на варіанті комплексного застосування стічних вод та мікробіологічного препарату,. Для варіантів з поливом лише стічними водами та із застосуванням ЕМ препарату при зрошенні вирощуванні цибулі, найбільш ефективною було зрошення рослин стічними водами без внесення препарату. Це дозволило отримати 29,8 тис. грн. / га прибутку при рентабельності 270 %.

Таблиця 5.1 – Економічна ефективність вирощування гібридів ріпчастої цибулі в однорічній культурі при зрошенні стічними водами (2019-2021 роки)

Фон живлення	Врожайність стандартної продукції, т/га	Вартість продукції, тис. грн./га	Витрати на вирощування, тис. грн./га	Витрати на реалізацію, тис. грн./га	Всього витрат, тис. грн./га	Собівартість, тис. грн./т	Прибуток, тис. грн./га	Рентабельність, %
Ред Кармен F₁								
Контроль	32,2	115,9	88,6	8,9	97,5	3,0	18,4	180,9
Стічні води	38,9	140,0	99,5	10,7	110,2	2,8	29,8	270,0
Стічні води+ЕМ Агро	41,5	129,4	96,6	11,4	108,0	2,6	41,3	280,2
Середнє по досліді	38,9	128,4	94,9	10,3	105,2	2,8	29,8	243,6
Голіат F₁								
Контроль	47,5	171,0	68,6	13,1	81,8	1,7	89,2	109,2
Стічні води	54,5	196,2	79,5	15,0	94,6	1,7	101,6	207,5
Стічні води+ЕМ Агро	54,5	196,2	76,6	15,0	91,7	1,7	104,5	214,0
Середнє по досліді	52,2	187,8	74,9	14,4	89,4	1,7	98,4	176,9
Августа F₁								
Контроль	33,1	145,6	68,6	9,2	77,8	2,4	67,8	187,2
Стічні води	32,2	141,7	79,5	8,9	88,4	2,8	53,3	260,3
Стічні води+ЕМ Агро	38,0	167,2	76,6	10,5	87,1	2,3	80,1	291,9
Середнє по досліді	34,4	151,5	74,9	9,5	84,4	2,5	67,1	246,5

Мінімальна рентабельність (180,9 %), прибуток (18,4 тис. грн. / га) та максимальна собівартість продукції (3,0 тис. грн. / т) отримана на контрольному варіанті (без добрив), що пояснюється значно меншою врожайністю стандартної продукції.

Голіат F₁. Найбільш ефективним прийомом вирощування виявився варіант з обробкою рослин ЕМ Агро: рівень рентабельності склав 214 %, прибуток – 104,5 тис. грнб. / га собівартості продукції – 1,7 тис. грн. / т.

Августа F₁. Найкращим врожайним варіантом досліді виявився також варіант з поливом стічними водами та сумісним внесенням ЕМ Агро.

Рентабельність (291,9 %), прибуток (80,1 тис. грн. / га) та мінімальна собівартість продукції (2,3 тис. грн. / т). Мінімальні показники прибутку та рентабельності знову були зафіксовані на контрольних варіантах.

Слід зазначити, що закупівельна ціна на середньостиглий Голіат F1 була вищою, у зв'язку з більш раннім терміном збирання та реалізації врожаю, тому при близьких величинах стандартних урожаїв з Ред Кармен F1 і рівних витратах на вирощування вартість продукції у Августою F1 була вищою, в середньому, на 29-66,8 тис. грн. / га, що зумовило отримати вищий прибуток при вирощуванні цього гібрида на 24,4-63,2 грн. / га, що пов'язано з його високою продуктивністю у порівнянні з Августою та Ред Кармен.

Враховуючи вище наведене, розглянувши приклад економічної ефективності від впровадження комплексних заходів з використанням ЕМ препаратів на різних етапах очистки стічних вод, дасть можливість не тільки більш ефективно видаляти біогенні елементи з стічних вод, але й використовувати її в системах крапельного зрошення. Ці заходи, безумовно здатні подвоїти економічний ефект та вирішити питання забруднення недостатньо очищеними стічними водами акваторію річки Грузька.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Загальний аналіз стану охорони праці в управлінні по очистці комунальних стоків.

Упорядкування своєї діяльності у напрямку соціальної відповідальності в управлінні по очистці комунальних стоків здійснюється у відповідності з міжнародним стандартом ISO 26000:2010 «Настанова з соціальної відповідальності» [8, 15, 16].

Соціальна відповідальність управління по очистці комунальних стоків розглядається за такими основними аспектами:

- організація управління природно-техногенної безпеки комунальних стоків;
- права і обов'язки людини;
- трудові відносини в управлінні природно-техногенної безпеки;
- охорона довкілля;
- добросовісні ділові практики в колективі;
- проблеми, пов'язані із споживачами продукції очищених комунальних стоків;
- соціально-економічний розвиток працівників.

Трудові відносини з організації охорони праці включають всю діяльність, яка відноситься до робіт, що виконується організацією чи від її імені. Трудові відносини мають не тільки відношення організації зі своїми робітниками чи відповідальність підприємства по очистці комунальних стоків на місцях виконання робіт, що належать до організації, вони несуть відповідальність організації за роботи, які виконуються іншими організаціями від її імені, а також також і субпідрядники [8, 16].

Трудові відносини містять питання найму на роботу, навчання, підвищення кваліфікації і перевірку знань працівників з питань охорони праці, представництва робітників і їх участі у розробці колективного

договору, що стосується питань охорони праці, соціальний діалог і тристоронні відносини між державою, працівниками і роботодавцями.

Управління підприємства очистки комунальних стоків має за мету досягнення підвищення рівня життя працівників і проведення робіт у відповідності з вимогами охорони праці.

Управління підприємства очистки комунальних стоків:

- для працівників визначає рівень безпечних умов праці;
- співпрацює тільки з тими організаціями, які офіційно визнані, і на ринку праці довели виконання своїх зобов'язань перед іншими організаціями.

Управління підприємства очистки комунальних стоків відповідає за стан заходів охорони праці, які здійснюються від його імені іншими організаціями, та прагне досягти і підтримувати самий високий рівень соціального забезпечення працівників, не звільняючи працівників за станом здоров'я, який погіршився виконанням робіт у несприятливих умовах праці, захисту працівників від шкідливих і небезпечних факторів, які пов'язані з шкодою для здоров'я, і адаптації виробничого середовища з урахуванням психологічного стану працівників.

Управління підприємства очистки комунальних стоків розуміє та контролює ризики, що пов'язані з незадовільним станом охорони праці, та відповідає за процедури і надання безпечного технічного забезпечення, устаткування, необхідного для попередження захворювань і нещасних випадків, та виконання правильних дій у випадку аварійних ситуацій. Аналізує причини виникнення професійних захворювань, нещасних випадків та проблеми, які виявляють працівники, з метою їх вивчення і інформування працівників про можливий вплив на стан їхнього здоров'я.

Соціально відповідальні трудові відносини в управлінні підприємства очистки комунальних стоків в галузі охорони праці:

- позитивно впливають на створення робочих місць і забезпечення їх висококваліфікованими кадрами;

- покращують мотивацію до професійної роботи та збереження кадрів;
- покращують виконання зобов'язань управління з охорони праці;
- позитивно впливають на імідж і репутацію організації.

Територія розташування управління підприємства очистки комунальних стоків виконана у відповідності до вимог ДБН Б.2.4-3-95, санітарних норм, що пред'являють до проектування та Правил пожежної безпеки в Україні. Територія рівна, спланована так, що відвід стічних вод забезпечений від проїздів, майданчиків, пішохідних доріжок і будівель.

На території управління підприємства очистки комунальних стоків для проїзду техніки влаштовані дороги з твердим асфальтним покриттям і пішохідні доріжки. Проїзна частина доріг систематично очищаються від бруду та снігу, а пішохідні доріжки освітлюються при недостатньому природному освітленні.

Небезпечні зони на території управління, у виробничих приміщеннях, переходах, спорудах, транспортних шляхах, виробничих майданчиках огорожені і позначені відповідними знаками з охорони праці згідно з ДСТУ ISO 3864-1:2005 та ДСТУ ISO 6309:2007 [16].

Обладнання водопроводом, об'ємно-планувальні й конструктивні рішення приміщень і споруд, обладнання каналізацією, опаленням, вентиляцією, електротехнічними засобами виконані згідно з вимогами будівельних норм і правил та санітарних норм (НПА ОП 0.03-3.01.71, БНіП 2.09.02-85, БНіП 2.09.04-87, БНіП 2.10.02-84) [8, 15, 16].

Евакуаційні шляхи та виходи забезпечують:

- у випадку виникнення небезпеки для працівників швидкий і безпечний їх рух;
- не мають сторонніх предметів, інших перешкод;
- найкоротший шлях виходу із приміщень в будь-який час;
- шляхи евакуації позначені відповідними нанесеними покажчиками, таким чином, що їх видно з робочих місць;

- евакуаційні виходи обладнані достатнім аварійним освітленням, що автоматично включається, коли електричний струм відключається у мережі загального освітлення;

- двері евакуаційних виходів управління відчиняються тільки по ходу руху при евакуації, назовні.

Двері, ворота, вікна, люки та ін. пристосування легко відкриваються на всю ширину і фіксуються у необхідному положенні.

Виробничі і складські будівлі і приміщення обладнані захистом від блискавки, відповідно до вимог РД 34.21.122-87.

6.2. Особливості умов праці та аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час проведення робіт в підприємстві очистки комунальних стоків.

Під час виконання заходів при проведенні екологічної оцінки застосування ЕМ препаратів при очистці комунальних стоків на працівників можлива дія наступних небезпечних та шкідливих факторів.

Фізичні:

- механізми і машини, які рухаються (техніка і обладнання, які використовуються при виконанні робіт);

- рухомі частини машин і механізмів, які використовуються при проведенні досліджень та виконанні робіт при очистці комунальних стоків;

- підвищена загазованість та запиленість повітря, де виконуються роботи, (загазованість відпрацьованими газами техніки та машин);

- підвищена або знижена температура поверхні обладнання й матеріалів (при виконанні робіт на відкритому повітрі в несприятливих умовах навколишнього середовища);

- підвищена температура повітря в зоні виконання робіт;

- знижена температура повітря в зоні виконання робіт;

- високий рівень шуму, де виконуються роботи;

- підвищена вологість повітря;

- знижена вологість повітря;

- висока чи низька рухомість повітря;
- високий рівень статичного електричного струму;
- відсутність природного освітлення чи його нестача;
- незадовільне освітлення робочої зони;
- низька контрастність;
- блискіт поверхонь, що знаходяться в полі зору, (прямий і відбитий блискіт);
- надто високий рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації;
- шорсткість задирки на поверхнях інструменту та обладнання, яке використовується при очистці стічних вод.

Хімічні:

- токсичні і подразливі (дезінфікувальні та мийні засоби тощо);
- сенсibiliзуювальні;
- що впливають на репродуктивну функцію (пестициди, що поступають з комунальними стоками, гази розкладу органічних речовин);
- важкі метали, що надходять з комунальними стоками.

Біологічні:

- патогенні мікроорганізми (віруси, бактерії), та продукти їх життєдіяльності;
- макроорганізми (рослини, птахи).

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (операції, які виконуються вручну);
- нервово-психічні перевантаження.

6.3. Розробка заходів по покращенню умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих факторів.

Під час проведення екологічної оцінки підприємства очистки комунальних стоків до виконання робіт допускаються працівники, що не мають медичних протипоказань, і пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці у відповідності з «Типовим положенням порядку

проведення навчання та перевірки знань з охорони праці» за № 231/10511 (НПАОП 0.00-4.12-05 [15, 16].

Допуск працівників до різних видів робіт у підприємстві очистки комунальних стоків виконують у відповідності до Переліку робіт з підвищеною небезпекою», (НПАОП 0.00-8.24-05), Переліку робіт, де є необхідний професійний підбір працівників, (НПАОП 0.03-8.06-94), Переліку важких робіт та із небезпечними і шкідливими умовами праці, де забороняється використання праці жінок, Переліку тяжких робіт і з небезпечними та шкідливими умовами праці, де забороняється застосування праці неповнолітніх, (НПАОП 0.03-8.07-94), (НПАОП 0.03-8.08-93), Правил пожежної безпеки в Україні, (НАПБ А.01.001-2004) [15].

Працівники, які обслуговують електроустановки, відповідно до посади, яку вони займають, або до професії пройшли перевірку знань у відповідності з Правилами безпечної експлуатації електроустановок, (НПАОП 0.00-1.21-98), і мають відповідну групу з електробезпеки та посвідчення на виконання таких робіт [16].

Відповідно до НПАОП 0.00-1.21-98, працівники, які працюють на електрифікованих технологічних установках або з електроінструментом, допускаються до роботи після проходження інструктажу з електробезпеки на даній електроустановці, про що робиться запис у журналі реєстрування проведених інструктажів, що стосуються питань охорони праці.

У випадку залучення працівників до виконання робіт з інших підприємств, проходження виробничої практики студентами вузів та учнями профтехучилищ:

- проводиться інструктаж з пожежної безпеки та з питань охорони праці для кожного із вище зазначених працівників;
- за безпечне виконання робіт призначається відповідальний спеціаліст;
- не допускається використання зазначених працівників на роботах, не передбачених договором.

6.4. Розрахунок штучного освітлення лабораторії з проведення екологічного обґрунтування застосування ГЕМ препаратів при очистці комунальних стоків.

Освітлення лабораторії виконуємо світильниками загального і місцевого призначення. Приміщення лабораторії має такі розміри: ширина – 24 м, довжина – 48 м. Величина необхідного нормованого освітлення лабораторії повинна складати – 200 лк. Нерівномірність освітлення – 1,15, а коефіцієнт використання світлового потоку – 0,65.

Необхідний світловий потік в приміщенні лабораторії, який створює одна лампа, визначаємо методом використання світлового потоку за формулою

$$F = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K}{N \cdot \eta \cdot n}, \quad (6.1)$$

де F – світловий потік від однієї лампи, який необхідний для забезпечення нормованого освітлення в приміщенні лабораторії, лм;

E – нормована освітленість в лабораторії, лк;

S – площа приміщення лабораторії, м²;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

K – коефіцієнт запасу освітлення;

N – кількість світильників, шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

n – кількість ламп у світильнику, (приймаємо для люмінесцентних ламп, $n=2$);

Звідки

$$N = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot K}{F \cdot \eta \cdot n}. \quad (6.2)$$

Якщо система освітлення є комбінованою, то освітленість приміщення лабораторії буде сумою загального і місцевого освітлень. Загальне освітлення вибираємо із умови створення 10% від норми загального освітлення комбінованого освітлення.

Тому

$$N = \frac{150 \cdot 24 \cdot 48 \cdot 1,15 \cdot 1,7}{2300 \cdot 0,65 \cdot 2} = 11,3 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість світильників $N = 12$ шт.

6.5. Інструкція з охорони праці при виконанні робіт на підприємстві очистки комунальних стоків.

Працівники, зайняті на роботах у підприємстві очистки комунальних стоків повинні:

- знати концентрації шкідливих речовин та їх гранично допустимі значення у повітрі робочої зони;
- знати клас небезпеки матеріалів, що застосовуються і заходи та порядок дотримання обережності в залежності від цього;
- уміти надавати першу медичну допомогу потерпілим від впливу шкідливих речовин;
- дотримуватися правил особистої гігієни;
- знати і дотримуватися правил пожежної безпеки та правил виробничої санітарії.

Робітники, що виконують роботи із застосуванням пожежонебезпечних матеріалів і шкідливих речовин, повинні користуватися спецвзуттям і спецодягом, крім того вони повинні бути забезпечені іншими засобами індивідуального і колективного захисту у відповідності з характером робіт, що виконуються.

При одержанні засобів індивідуального захисту робітники повинні бути проінструктовані про порядок користування ними та їх обслуговування.

На входах у приміщення, де виконуються роботи з застосуванням пожежонебезпечних і шкідливих речовин необхідно встановити попереджуючі про можливу пожежу знаки.

До виконання робіт не допускаються особи менше 18 років, жінки в період вагітності і годування дитини, особи, які перенесли хірургічні операції (протягом року) і мають медичні протипоказання, жінки старше 50 років і

чоловіки старше 55 років. Категорично забороняється допуск до роботи в нетверезому стані.

Під час виконання робіт на підприємстві очистки комунальних стоків працівники повинні мати при собі посвідчення на право проведення робіт, медичну аптечку й наряд на виконання робіт і пред'являти їх на вимогу представників державного нагляду та відомчого контролю.

6.6. Розробка заходів по пожежній профілактиці.

Відповідальність за стан пожежної безпеки несуть її керівник, головний інженер та головний спеціаліст з охорони праці. У підрозділах відповідність несуть керівники відповідних структурних підрозділів. Вони організовують вивчення працівниками правил пожежної безпеки, контролюють стан протипожежного порядку на об'єктах, справність технічних засобів для тушіння пожеж, приймають заходи до порушників пожежної безпеки. Інженерно-технічні працівники розробляють інструкції по пожежній безпеці, погоджують з керівником пожежної охорони та затверджують у керівника.

6.7. Висновки по розділу.

Розроблені заходи дозволять попередити виникнення можливих нещасних випадків, та зменшити дію небезпечних та шкідливих факторів на працівників під час виконання робіт на підприємстві очистки комунальних стоків та проведення екологічного обґрунтування застосування ЕМ препаратів.

ВИСНОВКИ:

1. Встановлено, що одним з найважливіших параметрів продуктивного функціонування установки для біофільтрації є швидкість подачі стічних вод, що регулюється на основі моніторингу вологості біофільтра, яка не повинна перевищувати 85%.

3. Ефективність процесу біофільтрації зростає при пропусканні через установку стічної води протягом 10-14 днів, що сприяє обростанню матеріалів, що наповнюють її біоплівкою з ефективних мікроорганізмів.

4. Ефективні мікроорганізми, іммобілізовані на біофільтрі, здатні в результаті механізмів поглинання та біодеградації видаляти зі стічних вод органічні та неорганічні забруднювачі та покращувати такі найважливіші показники якості води як БПК₅ - більш ніж на 90 %, ХПК на 80-90 %, розчинені речовини на 90-92 % та ЗР В на 90-95 %. Зникнення неприємного запаху є безумовною перевагою даної технології.

5. Результати експерименту показують, що технологія біофільтрації може успішно використовуватися для стічних вод з дуже високим рівнем вмісту органічних речовин, коли показник БПК знаходиться в діапазоні від 1000 до 1500 мг О₂ / дм³.

6. Використання ЕМ колобків можна оцінити як новий безпечний та дешевий спосіб остаточної дезінфекції стічних вод.

7. Застосування стічних вод після їх освітленні на біофільтрі в якості поливної води при вирощуванні цибулі ріпчастої та для позакореневих обробок рослин у фазу початку утворення цибулини розчинами мікробіологічного препарату ЕМ Агро призведе до збільшенню маси рослини цибулі, маси та біметричних показників цибулини гібридів цибулі ріпчастої в однорічній культурі Ред Кармен, Голіат та Августа..

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. При вирощуванні пізньостиглих гібридів цибулі ріпчастої при застосуванні крапельного зрошення очищеними стічними водами, необхідно застосовувати для позакореневого живлення мікробіологічний препарат ЕМ Агро з нормою витрати 2,5 л / га. Це дасть можливість отримати додатковий рівень врожайності на рівні від 7,0 до 9,3 т. Вихід стандартної продукції був на високому рівні - понад 92 %.

2. Для отримання максимальної загальної врожайності середньостиглих гібридів у кількості 38,0 т/га, необхідно спільно застосовувати мікробіологічний препарат ЕМ Агро з нормою витрати 3,0 л / га на фоні внесення стічних вод. Вихід стандартної продукції був 89 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алиева Р.М., Илялетдинова А.Н. Реализация экологического принципа в микробиологической очистке сточных вод. Изв. АН СССР. 1986, № 4. С.10-14.
2. Бродченко Ю.Г. Вплив ЄМ біоактив на формування стійких флокул активного мулу. Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції (м. Київ, 20-22 жовтня 2021 р.), НУБіП України, 2021. С. 50-52.
3. Бродченко Ю.Г. Формування стійких флокул активного мулу під впливом ЄМ Біоактив. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 10-12 листопада 2021 р), ЦНТУ, 2021 С.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований: учебник. М.: ИД Альянс. 2011. 352 с.
5. Иванков С.И., Жосан В.А., Иванков Р.С. Современные способы очистки и утилизации сточных вод и их осадков на основе запатентованных технических решений. Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2007. № 2.
6. Ильин В.И., Бродский В.А., Колесников В.А. Разработка технологических решений для очистки сточных вод от загрязнений органической природы. Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2015. № 4 (88) С 15-22.
7. Калицун, В. И. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Стройиздат, 1995. 270 с.
8. Каракеян В.И., Кольцов В.Б. Теоретические основы защиты окружающей среды. Ч. 2. Специальные методы очистки сточных вод и основные методы сепарации твердых отходов. М., 2005. 164 с.

9. Ксенофонов Б.С., Антонова Е.С. Оптимизация процесса флотационной очистки сточных вод. Водочистка. 2015. №3. С. 24-28
10. Максимов Е.А., Васильев В.И. Электрофлотационная очистка жиродержащих сточных вод. Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2015. №3. С. 105-111.
11. Мельник І.П. Дощові черв'яки: наукові аспекти вирощування і практичне застосування. Монографія. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2015. 444 с.
12. Мухин В.М. Разработка технологии и исследование свойств активного угля из антрацита. Химическая промышленность сегодня. 2015. № 6, с. 42-47.
13. Мухин В.М. Активный уголь на основе антрацита для процессов водоподготовки и водоочистки. Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2012. №12, с. 28-35.
14. Мухин В.М. Производство и применение углеродных адсорбентов: учебное пособие. М. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2012. 308 с.
15. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. № 9. К.: Держнаглядохоронпраці України, 1998. 20 с.
16. НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці» Наказ Держнаглядохоронпраці від 15.11.2004 р. № 255. К.: Держнаглядохоронпраці України, 2004. 32 с.
17. Очистка сточных вод от взвешенных веществ и неорганических примесей. Т. 1 Москва: НИЦ «Глобус». 2007. 81 с.
18. Очистка сточных вод М.: Мир, 2004. 480 с.
19. Методика определения органического углерода и общего азота в питьевых, природных и сточных водах методом высокотемпературного окисления с использованием анализаторов углерода и азота. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. М., 2014 год.

20. ПНД 14.1:2:3:4.123-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода после n-дней инкубации (БПКполн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах (с Изменениями и Дополнениями.)
21. ПНД 14.1:2.100-97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. Москва. 1997 г.
22. Самыгин В.Д., Игнаткина В.А. Процессы и аппараты очистки сточных вод. М.: МИСиС. 2009. 222 с.
23. Стом Д.И. Дождевые черви в переработке отходов. Монография. Иркутск Изд-во ИГУ, 2012. 146 с.
24. Сучков Ю.Г. Пути создания эффективных и безопасных антимикробных жидких средств и эволюция общественного восприятия дезинфекционных мероприятий.. Дезинфекционное дело. №3, 2004. Стр. 52-57.
25. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 1. Москва: НИЦ «Глобус», 2007. 50 с.
26. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 2. Москва: НИЦ «Глобус», 2007. 82 с.
27. Титов И.Н. Инновационная технология очистки сточных вод с помощью вермифiltrации. Обзор: Материалы Международной научно-практической конференции «Безопасность и выживаемость населения в условиях переходного периода: проблемы и пути их решения», 23 ноября 2013 г., Киров. Стр. 44-49.
28. Титов И.Н. Вермикультура: инновационная технология очистки сточных вод. В сб.: Вермикомпостирование и вермикультивирование как

основа экологического земледелия в XXI веке: проблемы, перспективы, достижения. Труды III Международной научно-практической конференции. Минск, 10-14 июня 2013. Минск: УП Камет, 2013, с. 19-25.

29. Титов И.Н. Дождевые черви. Руководство в 2-х частях. Часть I: Компостные черви. М.: ООО «МФК Точка опоры». 2012. 284 с.

30. Титов И.Н. Вермикультура: переработка органической фракции отходов. Журнал ТБО, №8, 2008, с. 18-25.

31. Титов И.Н. Инновационная технология вермифильтрации для очистки бытовых и промышленных сточных вод: Материалы XI Международной научной конференции «Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии» ФРЭМЭ- 2014, 1-3 июля 2014, Владимир-Суздаль, Россия. Стр. 292-296.

32. Шубов, Л. Я. Технология отходов: учебник. Москва: Альфа-М; Москва: Уником Сервис; Москва: ИНФРА-М, 2011. 348 с.

33. Шубов Л.Я., Борисова О.Н., Доронкина И.Г. Технологии сточных вод (инженерная защита гидросферы). Научные и технические аспекты охраны окружающей среды. 2010. №6. 128 с.

34. Яковлев, С. В. Биологические фильтры. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Стройиздат, 1982. 122 с.

35. Adugna A.T. Greywater treatment by vermifiltration for sub-Saharan urban poor. J. of Water, Sanitation and Hygiene for Development. 2014; 4. Pp. 625-632.

36. Aguilera, M.L., 2003. Purification of Wastewater by Vermifiltration (Diss. Doctoral Thesis). University of Montpellier 2, p. 188.

37. Aira, M., Domínguez, J., 2009. Microbial and nutrient stabilization of two animal manures after the transit through the gut of the earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). J. Hazard. Mater. 161, 1234–1238.

38. Akhavan, M., Imhoff, P.T., Andres, A.S., Finsterle, S., 2013. Model evaluation of denitrification under rapid infiltration basin systems. J. Contam. Hydrol. 152, 18–34.

39. Arora, S., Kazmi, A.A., 2015. The effect of seasonal temperature on pathogen removal efficacy of vermifilter for wastewater treatment. *Water Res.* 74, 88–99.
40. Arora, S., Rajpal, A., Bhargava, R., Pruthi, V., Bhatia, A., Kazmi, A.A., 2014a. Antibacterial and enzymatic activity of microbial community during wastewater treatment by pilot scale vermifiltration system. *Bioresour. Technol.* 166, 132–141.
41. Arora, S., Rajpal, A., Kumar, T., Bhargava, R., Kazmi, A.A., 2014b. A comparative study for pathogen removal using different filter media during vermifiltration. *Water Sci. Technol.* 70(6), 996–1003.
42. Arora S. Pathogen removal during wastewater treatment by vermifiltration. *Environmental Technology*. 2014. Volume 35, Issue 19, pages 2493-2499.
43. Athanasopoulos, N., 1993. Use of earthworm biotechnology for the management of anaerobically stabilized effluents of dried vine fruit industry. *Biotechnol. Lett.* 15, 1281–1286.
44. Azuar, S.A. Comparison of Sand and Oil Palm Fibre Vermibeds in Filtration of Palm Oil Mill Effluent (POME). UMT 11th International Annual Symposium on Sustainability Science and Management, 09th -11th July 2012, Terengganu, Malaysia. 2012, pp 1414-1419.
45. Bajsa, O. Vermiculture as a tool for domestic wastewater management. *Water Science and Technology* 2003. 48 (11- 12), 125-132
46. Bouché, M.B. Concrete contributions of earthworms in the environmental study. *Doc. Predozool. Int regrol.* 1998. 3, pp 225–252.
47. Bouché, M.B. An industrial use of soil animals for environment: the treatment of organically polluted water by lumbrifiltration. In: *Proceedings of the XIVth International Colloquium on Soil Zoology and Ecology*, University of Rouen, Mont Saint Aignan, France, August 30–September 3, 2004, pp. 1–13.

48. Bhargava R. Decentralized wastewater treatment by vermifiltration using river bed material. International Conference on sustainable Built Environment, 14-16 december 2012, Kandy, Sri Lanka.

49. Brown, G.G., 1995. How do earthworms affect microfloral and faunal community diversity? In: The Significance and Regulation of Soil Biodiversity. Springer, 170, 247–269.

50. Ghatnekar S.D., Kavian M.F. Utilisation of vermi-filter biotreatment plant to treat waste water from a sewage plant of a small town for irrigating agriculture. *Report on Case Studies of Ecosan Pilot Projects in India*, Version 1. September 14, 2006, pp 46-47.

51. Ghatnekar S.D., Kavian M.F., Ghatnekar G.S. Vermiculture-based effluent treatment plants in diverse industries. In: Ray SK (Ed) *Proceedings of Biotechnology Strategy for Development*, Biotek South Asia, 1994, New Delhi, pp 167-169.

52. Ghatnekar S.D., Kavian M.F., Ghatnekar M.S., Ghatnekar S.S. Bio-management of wastewater from vegetable dehydration plant. In: Trivedy RK, Kaul SN (Eds) *Advances in Wastewater Treatment Technologies* (Vol 2), Global Science Publications, U.P., India, pp 19-26.

53. Ghatnekar S.D., Ghalsasi D.S., Tamhane B.M. The novel three-tier bio- technology to convert solid waste of gelatine manufacturing unit into useful plant probiotics. *Indian Journal of Environmental Protection* 29 (9), 767-774.

54. Ghatnekar S.D., Ghatnekar S.S., Ghalsasi D.S. Three-tier vermiculture biotechnology to treat bio-solid wastes into bio-clean probiotics for agriculture. *Proceedings of 14' European Biosolids and Organic Resources Conference, Seminar and Exhibition*, November 9-11, 2009, organized by Aqua Enviro Technology Transfer, The Royal Armouries, Leeds, UK, pp 1 -13.

55. Ghatnekar, S. D. Application of Vermi filter-based Effluent Treatment Plant (Pilot scale) for Biomanagement of Liquid Effluents from the Gelatine Industry. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*. 2010, Vol. 4 Special Issue 1, pp 83-88.

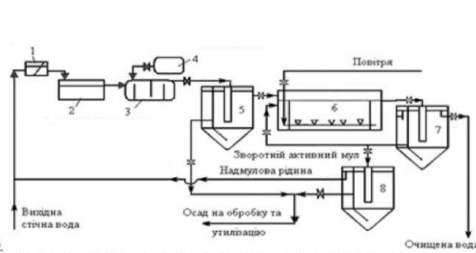
56. Hughes, R., Ho, G., Mathew, K., 2006. Conventional small and

decentralised wastewater systems. Municipal wastewater management in developing countries: principles and engineering. 134–167.

57. Hughes, R.J. The toxicity of ammonia/ammonium to the vermifiltration wastewater treatment process. *Water Sci Technol.* 2008; 58(6):1215-20.

ДОДАТКИ

ПРИНЦИПОВІ СХЕМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ АЕРОТЕНКІВ



Комбінована схема очищення стічних вод з аеротенками:
1 - відділення решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 - змішувач;
4 - блок приготування та дозування реагентів;
5 - первинний відстійник; 6 - аеротенк; 7 - вторинний відстійник;
8 - ущільнювач надлишкового мулу

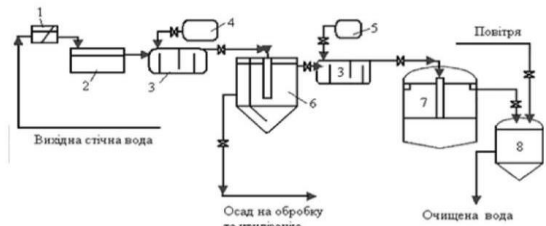
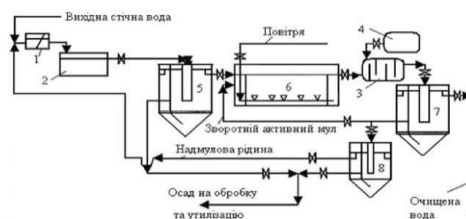


Схема очищення сильно забруднених вод:
1 - відділення решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 - змішувач;
4 - блок приготування та дозування реагентів; 5 - бак суперфосфату;
6 - відстійник; 7 - біореактор першого ступеню (анаеробні умови);
8 - біореактор другого ступеню (аеробні умови)



Комбінована схема очищення стічних вод з аеротенками (коагулянт вводиться після аеротенків):
1 - відділення решіток; 2 - піскоуловлювач; 3 - змішувач; 4 - блок приготування та дозування реагентів;
5 - первинний відстійник; 6 - аеротенк; 7 - вторинний відстійник; 8 - ущільнювач надлишкового мулу

СТРУКТУРА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Стан проблеми

Виробничі потужності промислових підприємств збільшуються з кожним днем, міське населення зростає, збільшуються джерела забруднення компонентів природного середовища, в тому числі гідросфери, розширюється перелік забруднюючих речовин, що надходять в неї щодоби. Захист навколишнього природного середовища стічними водами представляє гостру науково-технічну проблему сучасного світу

Екологічне обґрунтування застосування ЕМ препаратів при очистці комунальних стоків

Мета

Зниження антропогенного впливу на річку Грузька за рахунок підвищення ефективності очищення стоків, забезпеченої вдосконаленням блоку біологічних очисних споруд, на селище Нове

Актуальність

Багаторазовий моніторинг процесів самоочищення практично усіх водних об'єктів на території України показує, що вони можуть самоочистити лише третину усіх забруднень, котрі скидаються разом зі стічними водами. Основним завданням в рамках вирішення цієї проблеми є забезпечення показників очищення, заданим природоохоронним законодавством. У зв'язку з цим виникає необхідність постійного вдосконалення технологій очистки стічних вод

Задачі

Провести аналіз особливостей біологічної очистки проблеми зниження якості очищення стічних вод в однокоридорних аеротенках

Запропонувати технологію модернізації моноблочних очисних споруд для підвищення ефективності очистки стічних вод

Дослідити систему регулювання якості очищення стоків для біологічного етапу при використанні методів біоіндикації

Дати економічну оцінку технології обробки стоків біопрепаратом на якість очистки стічних вод

Результат

Представлено технічне рішення, яке забезпечує контроль параметрів попередньо освітлених стічних вод, що надходять на очистку та своєчасне усунення підвищених концентрацій поліфосфатів, що сприяє збільшенню стабільності досліджуваної системи

принципова схема

підвищення ефективності освітлення води перед біологічним етапом:

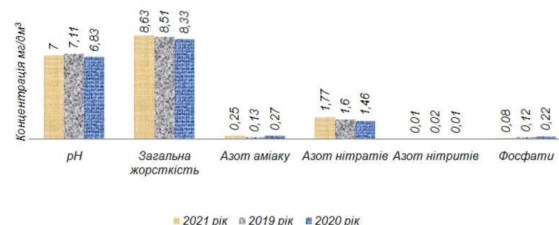
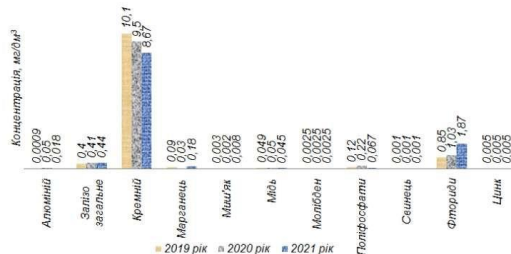
- 1 - потік води з аеротенку в біологічний потік аеротенку;
- 2 - трубопровід, по якому стічні води потрапляють у ухідний потік аеротенку;
- 4 - шандора; 5 - розподільна камера;
- 6 - перетворювач сигналу від датчика до виконуючого механізму;
- 7 - датчик сигналу швидкості руху стічних вод; 8, 10 - первинні відстійники;
- 9 - сирий осад на аеробній стабілізаторі;
- 11 - вєнення ЄМ колобів в стічні води перед первинним відстійником.

Diagram illustrating the deflection of a beam under a load. The beam is supported at both ends. A curved line represents the deflection of the beam. Points 2, 3, 6, 8, and 4 are marked along the beam, likely indicating specific locations of interest or measurement points. Point 2 is at the left support, point 3 is at the left end of the beam, point 6 is at the midpoint, point 8 is at the midpoint, and point 4 is at the right support.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕМ ПРЕПАРАТІВ

Місце відбору	Показник якості стічної води, мг/дм ³					
	NH ₄	NH ₄	NH ₄	зважені речовини	БСК	ХСК
До 1 відстійників	150,7	1,01	-	611,6	110	150
Після внесення ЄМ колобків	50,6	0,92		72,0	98	-
Б-1	4,95	1,54	13,7	49,0	18	-
Б-2	1,48	0,7	16,	41,0	17,8	-
Б-3	1,67	0,68	18,8	52,0	19,2	-
Б-4	5,36	1,36	19,0	38,0	19,2	-
Б-5	5,36	1,37	12,5	43,0	21,4	-
Б-6	5,48	0,92	13,4	41,0	19,8	-
Б-7	5,56	0,89	13,1	40,0	21,2	-
Внесення ЄМ Біоактив в камеру дефосфатації	5,71	1,53	12,3	15,8	18,3	34,6

Показники якості	Значення показників, мг/дм ³	
	фактичне	ПДС
Азот амонійний	1,02	не більше 0,2
Нітрити	0,54	не більше 0,58
Нітрати	27,2	не більше 35
Сульфати	50,6	не більше 500
Хлориди	76,9	не більше 350
Зважені речовини	15,8	не більше 20,0
ХПК	29,3	30-50
Фосфати	0,50	не більше 1,0
Залізо (загальне)	0,1	не більше 0,5



Поживна цінність стічних вод для систем крапельного зрошення

Додаток В

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАВУ АКУМУЛЯТОРА ТА РІЧКИ ГРУЗЬКА

**Дані про якість стічних вод, що потрапляли
в ставок-акумулятор та річку Грузька протягом року**

Номер проби	Час відбору проби	Стоки		Усереднені стоки ставка-акумулятора		Скид в річку	
		NH_4-N , мг/дм ³	PO_4	NH_4-N , мг/дм ³	PO_4	NH_4-N , мг/дм ³	PO_4
1	15,40	0,6	0,24	0,85	0,3	0,93	0,34
2	4,40	0,45	0,18	0,83	0,41	0,36	0,36
3	9,40	0,95	0,25	-	-	0,9	0,25
4	8,00	1,22	0,23	-	-	0,9	0,81
5	16,20	0,7	0,57	-	-	0,25	0,35
6	8,00	1,56	0,46	1,13	0,56	0,34	0,33
7	14,00	-	-	0,13	0,15	-	-
8	5,40	0,22	0,17	0,32	0,3	0,17	0,07
9	23,50	-	0,78	-	-	0,36	0,40
10	11,30	1,0	0,10	-	-	-	-
11	14,00	-	-	0,12	0,8	-	-
12	16,30	0,2	0,6	-	-	-	-
13	14,00	0,46	0,05	0,85	0,77	0,03	0,5
14	16,30	0,27	0,40	-	-	0,13	0,35

**Проектні показники якості очищених стічних вод
на очисних спорудах в с. Нове**

Показники	Вхід	Вихід	ПДС
Азот амонійний, мг/дм ³	235,1	0,1	1,0
Азот нітритний і нітратний, мг/дм ³	9,3	8,3	9,04
Фосфор фосфатів, мг/дм ³	10,73	0,28	0,3

**Показники якості вихідних і очищених стічних вод
на очисних спорудах с. Нове**

Показники	Вхід	Вихід	Норма на скид	
			ВВС	ПДС
$BCK_{повн}$, мг/дм ³	-	-	15	3
BCK_5 , мг/дм ³	92,14	11,34	-	-
Завислі речовини, мг/дм ³	935,8	17,5	18	18
Азот амонійний, мг/дм ³	344,5	0,82	2,18	1,0
Азот нітритний, мг/дм ³	6,17	0,14	0,35	0,15
Азот нітратний, мг/дм ³	0,32	9,02	9,03	9,03
Фосфор фосфатів, мг/дм ³	10,56	1,69	1	0,2

**Якість очищених стічних вод с. Нове
до і після реконструкції**

Параметри	До реконструкції		Після реконструкції
	1 потік	2 потік	
BCK_5 , мг/дм ³	24,76	11,69	до 5
NH_4-N , мг/дм ³	177	287	0,89
$NO_2-N + NO_3-N$, мг/дм ³	6,73	8,74	4,92
Фосфор фосфатів, мг/дм ³	11,62	10,19	0,82