НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КРАСІНЬКО ВІКТОРІЯ ОЛЕГІВНА

УДК 628.38

РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СПОЛУК ЗАЛІЗА

03.00.20 - біотехнологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ - 2004

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Стабнікова Олена Всеволодівна

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
Циганков Сергій Петрович,
Інститут харчової хімії і технології НАН України
та Міністерства аграрної політики України,
заступник директора з питань науки і нової техніки

кандидат технічних наук,
Кошель Михайло Іванович,
Український науково-дослідний інститут спирту і
біотехнології продовольчих продуктів Міністерства
аграрної політики України,
завідувач відділу екології

Провідна установа: кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології Національного університету "Львівська політехніка" Міністерства освіти і науки України, м. Львів.

Захист відбудеться: «_24_» «___березня___» 2004р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.03 в Національному університеті харчових технологій за адресою: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68, корпус А, ауд. 311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «_19_» «___лютого____» 2004р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н., доцент Поводзинський В.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток біотехнологічних методів очистки стічних вод, які вдало поєднують у собі технологічність і високі економічні показники, на сьогоднішній день значно відстає від темпів росту промисловості та збільшення кількості стічних вод. В той же час, крім розв`язання проблеми знешкодження стоків, анаеробно-аеробна переробка промислових відходів дозволяє одержати цінний енергоносій – метан, що є актуальним в умовах виснаження енергетичних ресурсів Землі. Особливо доцільною є інтеграція процесів очистки стічних вод, одержання горючого газу і утилізації продуктів, що були отримані в результаті переробки стоків.

Дисертаційна робота присвячена актуальним питанням удосконалення існуючої технології анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв шляхом внесення у воду на анаеробній стадії спеціальної добавки - гідроксиду тривалентного заліза і одержанню на аеробній стадії очистки супутнього продукту, який є добривом пролонгованої дії.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Розв'язання проблеми очистки стічних вод забезпечується рядом наук, зокрема, біотехнологією, яка є приоритетним напрямком у розвитку науки і техніки України, згідно з документом, прийнятим Радою з питань науки та техніки при Президентові України від 15 січня 1998 року «Про основні пріоритети розвитку науки та науково-технічної політики в Україні та систему державних наукових та науково-технічних програм». Представлена робота виконувалась в рамках напряму науково-дослідної роботи НУХТ "Підвищення ефективності виробництва у переробних галузях агропромислового комплексу у нових умовах господарювання і переходу до ринку" (код за КВНТД II.229.07.02) та проведення науково-дослідної роботи за темою: «Розробка та удосконалення мікробіологічних та біохімічних процесів в біотехнології та охороні навколишнього середовища» на кафедрі біотехнології мікробного синтезу НУХТ.

Автор особисто брала участь у проведенні лабораторних, дослідно-промислових та дослідно-польових досліджень, обробці та аналізі одержаних результатів.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка біотехнології очистки стічних вод харчових виробництв із застосуванням сполук заліза для забезпечення інтенсифікації процесу анаеробно-аеробної очистки і утилізації цінних біогенних сполук стоків у вигляді добрива пролонгованої дії.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні задачі:

- дослідження впливу заліза на анаеробну обробку стічних вод, що містять жири та жирні кислоти;
- вивчення впливу внесення тривалентного заліза на анаеробну ферментацію білок- та сульфатовмісних стічних вод;
- дослідження впливу присутності заліза в стічній воді на показники аеробної доочистки стічних вод харчових виробництв;

- визначення можливості акумуляції розчинних азотних речовин стічних вод у вигляді комплексної залізо-амонійної сполуки;
- дослідження властивостей залізо-амонійного комплексу та можливості його використання як азотного добрива;
- розробка апаратурно-технологічної схеми процесу анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв із штучно збільшеним вмістом заліза в системі та рекомендацій щодо її використання.

Об'єкт дослідження – біотехнологічна система очистки стічних вод харчових виробництв.

Предмет дослідження – анаеробно-аеробний спосіб очистки стічних вод харчових виробництв із штучно підвищеною концентрацією заліза в системі.

Наукова новизна одержаних результатів. В ході проведення роботи:

- встановлено, що при внесенні до біологічних систем розчинних сполук заліза в молярному співвідношенні залізо до азоту 1:1 в мікроаерофільних умовах відбувається переривання процесу бактеріальної нітрифікації внаслідок співосадження іонів заліза та амонію;
- доведено, що при внесенні до системи залізоокиснювальних бактерій в концентрації 10^2 кл/см^3 відбувається інтенсифікація процесу утворення залізо-амонійного комплексу внаслідок збільшення швидкості окиснення іонів заліза (II);
- встановлено, що в присутності тривалентного заліза в жировмісному метаногенному середовищі утворюються комплексні сполуки залізо - жирна кислота, які використовуються метаногенними бактеріями як джерела вуглецевого живлення;
- доведено, що при додаванні до метаногенного середовища сполук тривалентного заліза відбувається зменшення концентрації сульфатів та сірководню, що призводить до пригнічення розвитку сульфатовідновлювальних та стимуляції життєдіяльності метаногенних бактерій в умовах їх конкуренції за джерела електронів.

Практична цінність одержаних результатів.

В результаті проведених досліджень запропоновано спосіб анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв із штучно збільшеним вмістом заліза в системі (патент України №38031А, МКІ С02 F3/30). Проведено дослідно-промислові випробування розробленої технології на базі очисних споруд Чортківського м`ясокомбінату та на Переяслав-Хмельницькому заводі продтоварів. Показана можливість застосування залізо-амонійного осаду, одержаного в результаті здійснення комплексної анаеробно-аеробної очистки стічних вод, як ефективного азотного добрива пролонгованої дії при вирощуванні сільськогосподарських культур на дослідній земельній ділянці КСП "Бобрицьке" Броварського району Київської області.

Апробація роботи. Матеріали дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на Третій щорічній науковій конференції «Україна: суспільство, природа» Національного університету «Києво-Могилянська Академія» (Київ, 1996), Міжнародній науково-технічній

конференції «Розроблення та впровадження прогресивних ресурсоощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість» (Київ, 1997), Шостому Міжнародному симпозіумі з проблем звалищ (Кальярі, Італія, 1997), Міжнародному конгресі «Параметри замкнених водних систем. Організація водних систем, що здатні до саморегуляції» (Вагенінген, Нідерланди, 1998), Другому Міжнародному симпозіумі по анаеробному знешкодженню твердих відходів (Барселона, Іспанія, 1999), на наукових конференціях студентів, аспірантів та молодих вчених УДУХТ 1996-2000 рр. та на Симпозіумі з проблем знешкодження аграрних та високозабруднених азотом стічних вод (Сеул, Корея, 2003).

Публікації. Опубліковано 14 робіт із теми дисертації, з них: 4 – статті в фахових виданнях, перелік яких затверджений ВАК України; 1 – патент України на винахід; 1 – стаття у науковому журналі України, 8 – тези доповідей на вітчизняних та закордонних наукових конференціях.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні експериментів та здійсненні аналізів у лабораторних, лабораторно-промислових та дослідно-польових умовах, підготовці результатів досліджень до публікації. Автор особисто провела дослідження впливу сполук заліза на показники анаеробно-аеробного очищення модельних стічних вод, дослідження інтенсифікації процесу окиснення заліза при застосуванні залізобактерій, вивчення властивостей залізо-амонійного осаду (ЗАО). Аналіз та узагальнення результатів експериментів проводились спільно з науковим керівником, к.т.н., доц.. Стабніковою О.В., методи дослідження впливу окиснення заліза на нітрифікацію в модельованих природних екосистемах і пропозиції щодо використання встановленого ефекту переривання бактеріальної нітрифікації в технічних системах були розроблені під керівництвом д.б.н. Іванова В.М., вплив іонів заліза на метаногенез при анаеробному очищенні жировмісних стічних вод вивчали за участю к.б.н., доц.. Карпенка В.І. (НаУКМА, м. Київ) та к.т.н., доц.. Салюка А.І., проведення досліджень властивостей одержаного залізо-амонійного осаду виконувались спільно з Ямковим О.О., які є співавторами статті. Оформлення патенту на винахід та дослідно-промислові випробування розробленої технології очистки стічних вод харчових виробництв із застосуванням сполук заліза проводили спільно з Стабніковим В.П., який є співавтором патенту.

Об'єм та структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку літератури (158 найменувань, в тому числі 83 зарубіжних) та додатків. Робота викладена на 119 сторінках друкованого тексту, містить 12 таблиць та 20 рисунків.

Робота виконувалась на базі кафедри біотехнології мікробного синтезу Національного університету харчових технологій.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність обраної теми, визначені мета і зміст поставлених завдань, зазначені методи дослідження, показані наукова новизна та практична цінність, підкреслена достовірність наукових положень, висновків та

рекомендацій, наведені дані про структуру роботи та апробацію отриманих результатів, а також особистий внесок здобувача.

У першому розділі «Теоретичне обґрунтування розробки нової біотехнологічної системи анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв» наведена характеристика стічних вод харчових виробництв та методів їх очистки. Розглянуті основні проблеми та можливі шляхи інтенсифікації процесу біологічної очистки стічних вод харчових виробництв. На основі літературних даних зроблений висновок про потенційну можливість використання сполук заліза для підвищення якості анаеробно-аеробної очистки стічних вод.

У другому розділі «Матеріали та методи досліджень» наведено характеристику об'єктів, апаратури, обладнання та подано опис методів, якими користувалися при виконанні дисертаційної роботи.

Дослідження впливу додавання заліза на процес анаеробного очищення стічних вод проводили при використанні модельних стічних вод, наближених за складом до стоків м'ясокомбінатів. Для підвищення якості проведення процесу очищення в стічні води вносили тривалентне залізо у вигляді хлориду чи гідроксиду в молярному співвідношенні N:Fe = 1:1. При дослідженні процесу аеробного очищення стічних вод використовували рідинну частину модельних стічних вод м'ясокомбінатів, що пройшли попередньо стадію термофільного анаеробного очищення.

Анаеробне очищення модельних стічних вод проводили в лабораторних метантенках об'ємом 2 дм^3 при температурі (55±1)^{o}С. Стічну воду після анаеробної обробки відділяли від твердої фази методом декантації або центрифугування та передавали на аеробну стадію. Аеробне доочищення стічних вод здійснювали в лабораторних аеротенках об'ємом 1 або 4 дм^3 при температурі 18-20°С або 30°С. Аерацію, інтенсивність якої становила 0,1 дм^3 повітря/дм^3·хв., та одночасне перемішування середовища проводили за допомогою мікрокомпресорів.

Мікробіологічними об'єктами досліджень були метаногенні та сульфатовідновлювальні бактерії, а також нітрифікуючі, амоній- та залізоокиснювальні бактерії.

Кількість метаноутворювальних бактерій визначали за їх здатністю до флуоресценції, зумовленою присутністю у клітинах факторів F_{420} (похідного деазарибовлавіну) та F_{430} (нікельтетрапірольного фактору), які притаманні лише метаногенним бактеріям.

Концентрацію сульфатовідновлювальних бактерій визначали методом Коха при глибинному висіві проб на модифіковане середовище Постгейта "В"

Накопичувальні культури амоній- та залізоокиснювальних бактерій вирощували на відповідних елективних середовищах. Ідентифікацію монокультур здійснювали загальноприйнятими методами.

Для визначення якісних показників очистки стічних вод та властивостей одержаного залізо-амонійного осаду використовували стандартні фізико-хімічні методи: хімічне споживання кисню (ХСК) визначали прискореним методом за

біхроматною окиснюваністю; для визначення вмісту амонійного азоту використовували колориметричний метод з реактивом Неслера; визначення концентрацій дво- та тривалентного заліза проводили за допомогою о-фенантролінового методу; визначення вмісту нітритів та нітратів вели колориметричним методом з α-нафтіламіном і саліцилатом натрію, відповідно. У процесі метаногенезу об'єм виділеного біогазу, вимірювали волюмметричним методом за допомогою лабораторного газгольдера. Концентрацію сірководню в біогазі визначали колориметричним методом, в основі якого лежить здатність сірководню утворювати забарвлену сполуку з нітратом срібла. Основою методу визначення вмісту вуглекислого газу в біогазі є здатність розчину гідроксиду калію поглинати CO_2.

В осадах, одержаних при проведенні анаеробного та аеробного очищення стічних вод визначали: вологість - висушуванням до постійної маси; зольність - спалюванням в муфельній печі при температурі (900±10)^{o}C; вміст сульфідної сірки - гравіметричним методом, вміст білкового азоту - методом К'єльдаля.

Для вивчення поведінки залізо-амонійного осаду (ЗАО), одержаного при очищенні стічних вод, 1%-у водну суспензію осаду витримували в анаеробних або аеробних умовах. Ступінь деградації осаду визначали за накопиченням іонів амонію, а також за зміною концентрацій дво- та тривалентного заліза в водному розчині.

Всі досліди проводили не менше, ніж у трьох повторностях, статистичну обробку результатів експериментів здійснювали за допомогою прикладних програм Microsoft Excel 97 та Mathcad 2000 Pro.

У третьому розділі «Дослідження впливу внесення сполук заліза на якість анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв» наведені результати та обговорення вивчення основних закономірностей процесу анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв із штучно збільшеною концентрацією заліза в системі.

Досліджували нову біотехнологічну систему обробки модельних стічних вод, що містять білок і жири чи білок і сульфати.

Хлорид тривалентного заліза вносили на анаеробній стадії очищення жировмісних стічних вод. В ході експерименту відзначали негативний вплив присутності жирів на метаногенез, який проявлявся в зниженні в 1,5 рази сумарної кількості біогазу порівняно з контролем (модельна стічна вода без внесення жиру) (рис.1). .

При внесенні тривалентного заліза в жировмісну стічну воду пригнічення утворення метану знімалось. При цьому спостерігали підвищення виділення біогазу в 2 рази порівняно зі зброджуванням жировмісної стічної води і в 1,5 рази порівняно з контролем.

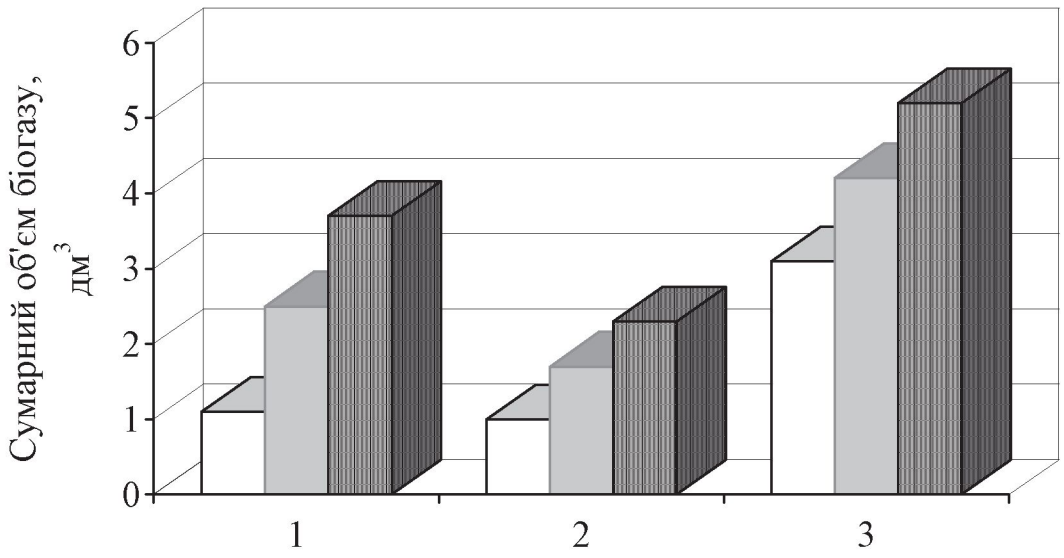

Рис. 1. Динаміка газовиділення в процесі анаеробної обробки жировмісних стічних вод: 1 – контроль (зброджування білоквмісної стічної води); 2 - зброджування жировмісної стічної води; 3 - зброджування жировмісної стічної води з додаванням заліза; - показники на 5-ту добу експерименту; - показники на 10-ту добу експерименту; - показники на 15-ту добу експерименту.

Для вивчення механізму впливу заліза на процес анаеробної обробки жировмісних досліджували зброджування вільної олеїнової кислоти та олеату заліза(III). Процес очистки модельних стічних вод, до складу яких входив олеат заліза, характеризувався значним виділенням біогазу, сумарний об`єм якого до кінця експерименту був майже у 8 разів вищий, ніж у варіанті з вільною олеїновою кислотою (рис. 2 а). Одночасно відбувалось постійне збільшення кількості метаногенних бактерій (рис.2 б). У випадку використання олеїнової кислоти як єдиного джерела вуглецевого живлення відзначено слабке виділення біогазу, при цьому в початковий період зброджування дещо зростала кількість метаногенних бактерій, яка потім постійно знижувалась, досягнувши на 10-у добу практично свого початкового значення При дослідженні самозброджування органічних речовин активного мулу відзначено незначне виділення біогазу (рис. 2 а) при постійному відмиранні метаногенної мікрофлори (рис. 2 б), отже впливом самозброджування активного мулу на показники метаногенезу можна знехтувати.

Таким чином, підвищення ефективності метаногенезу при зброджуванні жировмісних стічних вод обумовлено зняттям репресуючої дії вільних жирних кислот на метаногенні бактерії в результаті зв'язування цих кислот у нерозчинні солі або комплексні сполуки із залізом.

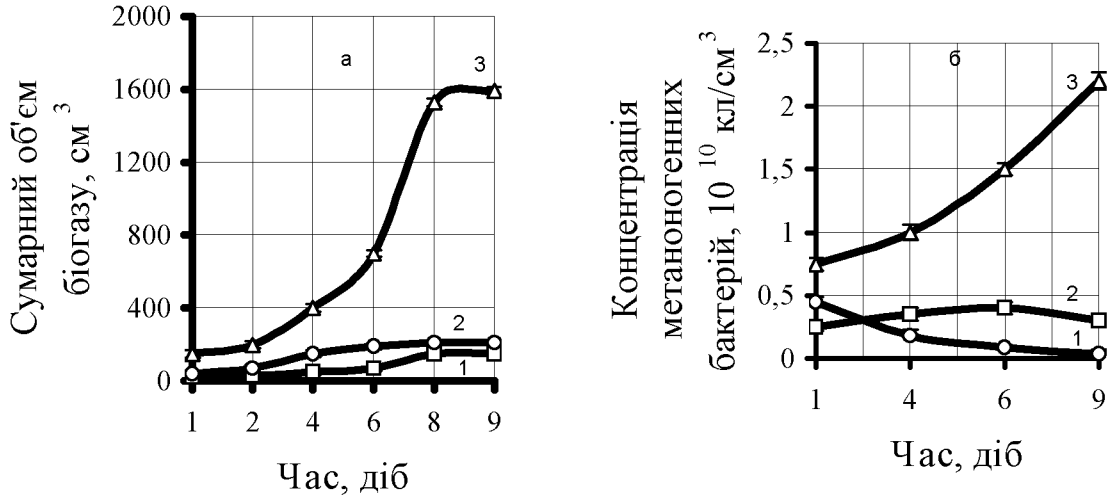

Рис. 2. Зміна газовиділення (а) та концентрації метаногенних бактерій (б) при анаеробному зброджуванні жирних кислот : 1 - самозброджування активного мулу; 2 - зброджування олеїнової кислоти; 3 - зброджування олеату заліза.

Внесення заліза (III) на стадії анаеробної обробки білоквмісних стічних вод дозволило підвищити ступінь очищення 11,2%. Кінцеве значення ХСК на 10-ту добу очищення у дослідному варіанті було у 2,4 рази нижчим порівняно з контрольним (вода без внесення заліза) (рис.3 а). Сумарний об`єм біогазу, що виділився на 10-у добу, в дослідному варіанті був в 1,2 рази вищий за цей показник в контролі (рис.3 б) при середній об′ємній частці двооксиду вуглецю 32% у дослідному варіанті та 56 % - у контрольному.

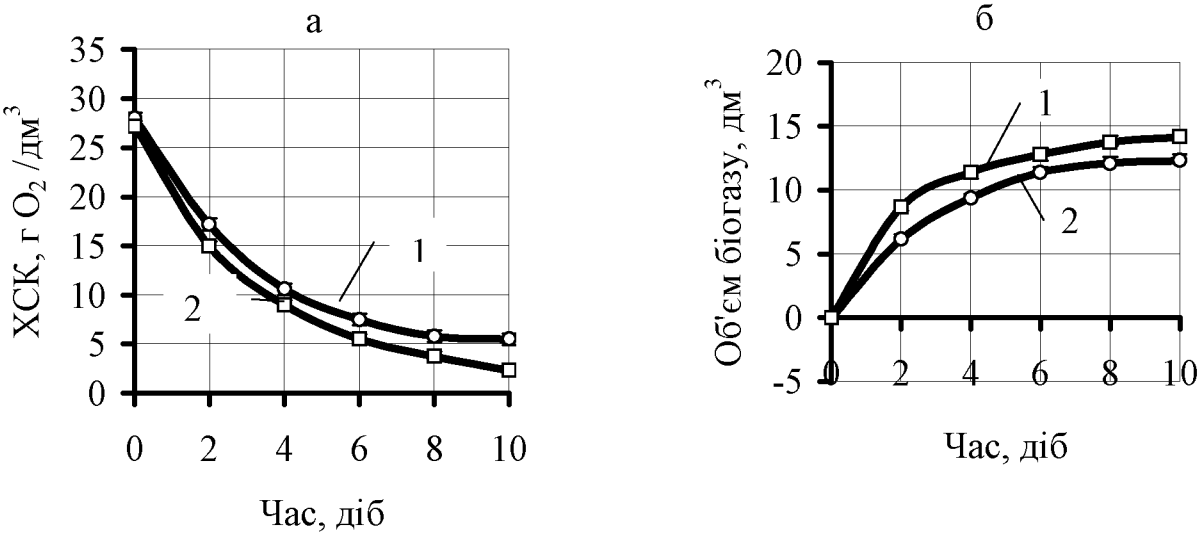

Рис. 3. Зміна ХСК (а) та газовиділення (б) в процесі анаеробного очищення стічних вод: 1 – контроль; 2 – дослід.

В процесі анаеробного очищення сульфатовмісних стічних вод внесення тривалентного заліза підвищувало газовиділення, сприяло збільшенню кількості метаногенних мікроорганізмів, концентрація яких на 6-ту добу у дослідному варіанті була у 3,6 рази вищою, ніж у контрольному (сульфатовмісна стічна вода без внесення заліза), а також привело до значного (в 10^7 разів) зменшення

концентрації сульфатвідновлювальних бактерій, що є конкурентами з метаногенами і негативно впливають на ефективність метаногенезу. Додавання солей заліза дозволило знизити вміст сірководню у біогазі (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика анаеробного зброджування сульфатовмісних стічних вод на 6-ту добу

Показник	Контроль	Дослід
Сумарне виділення біогазу, $см^3$	2772	3024
Концентрація сірководню в біогазі, $мг/дм^3$	8,0±0,7	0,8±0,09
Концентрація метаногенних бактерій, кл $\cdot 10^{10}/см^3$	6,7±1,1	25,2±2,4
Концентрація сульфатовідновлювальних бактерій, $кл/см^3$	10^8	10^1

Примітки: контроль - бродіння основного середовища, що містить 2,5 $г/дм^3$ сульфату амонію як джерела сульфатів; дослід - бродіння того ж самого середовища з додаванням хлориду заліза у молярному співвідношенні N:Fe = 1:1; наведено середні арифметичні значення, «±» - похибка середнього арифметичного.

В ході анаеробної обробки білкові сполуки стічних вод піддавались амоніфікації, яка супроводжувалась накопиченням іонів амонію у середовищі; тривалентне залізо відновлювалося до двовалентного й у складі води, що очищається, потрапляло на стадію аеробної доочистки води.

Для видалення надлишку азотного компоненту з стічних вод нами було запропоновано використовувати співосадження амонію з гідроксидом заліза аеробних умовах. Для дослідження закономірностей процесу акумуляції амонійного азоту у вигляді комплексної залізо-амонійної сполуки проводили вивчення впливу окиснення двовалентного заліза на нітрифікацію в водній та ґрунтовій модельних мікробних екосистемах.

Модель стратифікованого водоймища складалась з таких біотопів як твердий анаеробний донний шар, мікроаерофільний шар, де концентрація розчиненого кисню знаходилась в діапазоні від 0 до 2,6 $мг/дм^3$, і аеробна маса води із середньою концентрацією розчиненого кисню 6,2 $мг/дм^3$. Анаеробний шар виступав джерелом амонію в контрольному варіанті або ж амонію та двовалентного заліза в дослідному. Як інокулят використовували накопичувальні культури нітрифікуючих та залізоокиснювальних бактерій у кількості 1% до загального об'єму.

Аналіз хімічних характеристик проб з середньої частини товщі води на 10-у добу існування модельних експериментальної та контрольної екосистем вказує на їх значну відмінність. В контролі відбувався звичайний процес нітрифікації, який супроводжувався накопиченням нітритів та нітратів. Концентрація амонійокиснювальних бактерій становила 10^6 $кл/см^3$ для мікроаерофільної зони та 10^4 $кл/см^3$ для аеробної маси води. Концентрація нітрифікуючих бактерій у поверхневій плівці води, була значно меншою - 10^2

кл/см^3. У дослідному варіанті в товщі води не накопичувались нітрити та нітрати, проте значно знижувалась концентрація амонію. Залізо знаходилось у тривалентному стані, що свідчить про практично повне окиснення заліза (II), яке мігрувало з анаеробного шару в товщу води. У мікроаерофільному шарі дослідної екосистеми спостерігали утворення червоно-бурого осаду (такий осад був відсутній в контролі), до складу якого входили залізоокиснювальні бактерії, головним чином *Siderocapsa* sp.

Вивчення моделі ґрунтової екосистеми проводили в перфузійній колоні, заповненій твердим носієм, на поверхні якого попередньо формувалась біоплівка нітрифікуючих бактерій. Колона із сформованою біоплівкою використовувалась як модельна екосистема для вивчення взаємодії циклів азоту та заліза в ґрунті. Розчин, що циркулював крізь колону, містив у контрольному варіанті тільки іони амонію, а в дослідному - іони амонію та заліза (II). Результати досліджень свідчать про те, що в контролі відбуваються процеси нітрифікації, які супроводжуються зменшенням концентрації амонійного азоту та накопиченням нітритів і нітратів (табл.2).

Таблиця 2

Хімічні показники моделі ґрунтової екосистеми

Час, діб	Концентрація сполук азоту, мг N/дм^3					
	Контроль			Дослід		
	Амоній	Нітрити	Нітрати	Амоній	Нітрити	Нітрати
0	7,6±2,0	<0,1	0,6±0,1	7,4±2,1	0,0	<0,3
1	6,9±1,9	<0,1	0,6±0,2	4,9±1,0	0,0	0,0
2	5,9±1,4	<0,1	0,6±0,1	0,4±0,2	0,0	0,0
3	1,5	<0,2	0,6±0,2	<0,1	0,0	0,0
5	3,4±0,9	1,0±0,2	0,7±0,2	0,0	0,0	0,0
6	2,2±0,7	1,3±0,2	0,7±0,2	0,0	0,0	0,0
7	2,2±0,6	1,3±0,3	0,6±0,2	0,0	0,0	0,0

Примітка: «±» - похибка середнього арифметичного.

У присутності іонів двовалентного заліза (дослід) процес нітрифікації переривався, нітрити та нітрати в розчині були відсутніми, проте концентрація іонів амонію у водній фазі знижувалась практично до нуля..

Спряжене з окисненням заліза осадження іонів амонію може відбуватись у мікроаерофільній зоні водних екосистем або мікроаерофільних мікрозонах ґрунту і з біогеохімічної точки зору створює депо амонію в глобальному циклі перетворень азоту (рис.4).

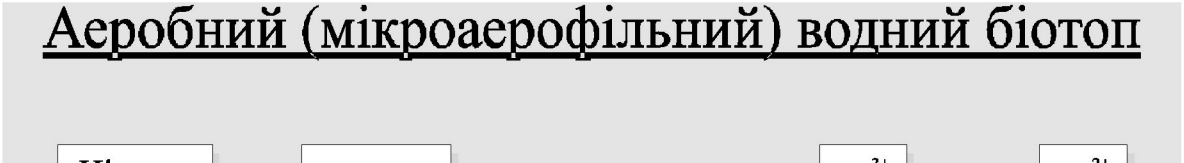

Рис. 4 Схема взаємодії циклів заліза та азоту.

У присутності двовалентного заліза в середовищі нітрифікуючі мікроорганізми, вирогідно, не здатні конкурувати з залізоокиснювальними бактеріями, оскільки амоній в результаті життєдіяльності останніх, переходить в форму, не придатну до використання або таку, що повільно використовується нітрифікаторами як джерело енергії.

Дослідження впливу солей двовалентного заліза на процес аеробного очищення стічної води показало: у контрольному варіанті протікав звичайний процес нітрифікації, супроводжуваний накопиченням нітритів і нітратів; у дослідному, з додаванням заліза, бактеріальна нітрифікація була відсутньою (рис. 5). При цьому як у контрольному, так і в дослідному варіантах концентрація амонійного азоту знижувалася з 600 до 100 мг/дм^3. У дослідному варіанті спостерігали утворення коричневого осаду, аналіз хімічного складу якого показав наявність амонію й заліза в молярному співвідношенні 1:1. Осад містив компоненти, що відповідають складу $(NH_4)Fe(OH)_4$. Кінцева концентрація тривалентного заліза в очищеній воді становила 0,05 мг/дм^3 при гранично припустимій концентрації його в стоках, що направляються у водойми господарсько-питного чи рибогосподарського призначення, 0,5 мг/дм^3

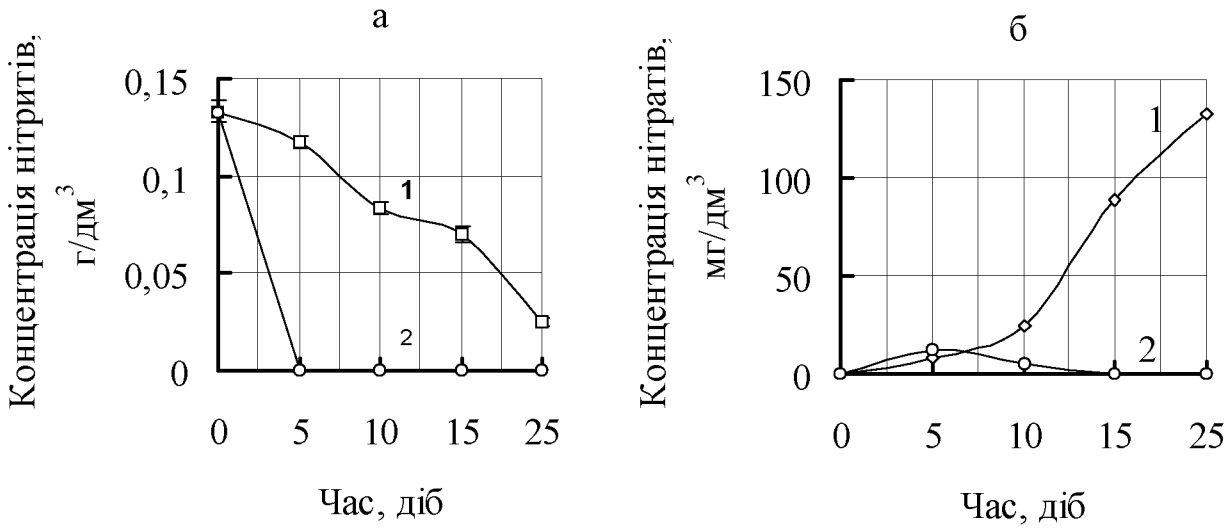

Рис. 5. Зміна концентрації нітритів (а) та нітратів (б) під час проведення аеробної стадії анаеробно-аеробної очистки стічних вод: 1 – контроль (без внесення заліза); 2 – вода з внесенням сполук заліза на анаеробній стадії.

Таким чином, присутність іонів двовалентного заліза в стічній воді, що піддається аеробному очищенню, привела до сполученого окиснення двовалентного заліза в тривалентне зі зв'язуванням амонійного азоту і, тим самим, до виведення азоту із зони реакції. Це дозволило не тільки уникнути вторинного забруднення середовища токсичними продуктами бактеріального окиснення амонію нітритами і нітратами, але й акумулювати азот у вигляді комплексного залізо-амонійного осаду (ЗАО).

Для інтенсифікації процесу утворення ЗАО досліджували можливість підвищення швидкості мікробного окиснення заліза при нейтральному pH шляхом внесення змішаної культури залізобактерій *Siderocapsa* sp. і *Metallogenium* sp. на стадію аеробного очищення стічних вод. Результати експерименту показали, що швидкість бактеріального окиснення 50 мг/дм^3 лактату заліза (II) значно вища, ніж швидкість хімічного окиснення (4,5 мг/дм^3·год і 1,0 мг/дм^3·год, відповідно), що свідчить про доцільність внесення інокуляту залізобактерій на стадію аеробного очищення.

В аеробних і анаеробних умовах відбувалося поступове вивільнення амонію із ЗАО. Невисока швидкість вивільнення з осаду іонів амонію (від 14,3 до 34,2 мг NH_4^+/(л·добу) в анаеробних та від 7,7 до 50,8 мг NH_4^+/(л·добу) в аеробних умовах) дозволила зробити припущення про можливість використання ЗАО як азотного добрива пролонгованої дії..

Оцінку якості залізо-амонійного осаду як азотного добрива проводили при вирощуванні рослин квасолі на бідному супіщаному ґрунті. У рослин, вирощених на обробленому ЗАО ґрунті спостерігали прискорений ріст та більш розвинену кореневу систему. Рослинна біомаса при цьому характеризувалась більшим вмістом азоту, отже азот ЗАО був доступнішим для рослин у порівнянні з азотом стандартного мінерального добрива (сульфату амонію) (табл.3). У

дослідному варіанті вміст заліза в ґрунті збільшився лише на 0,3% при середній його концентрації у ґрунті 3,8%.

Таблиця 3

Дані лабораторних досліджень залізо-амонійного осаду як добрива

Параметр	Контроль 1	Контроль 2	Дослід
Маса сухих речовин рослин, г	0,04± 0,01	0,36 ± 0,04	0,51 ± 0,03
Вміст азоту в біомасі рослин, %	0,26 ± 0,02	3,64 ± 0,08	5,0 ± 0,13

Примітки: контроль 1- ґрунт без внесення добрив; контроль 2 – ґрунт, оброблений сульфатом амонію; дослід - ґрунт, оброблений ЗАО; об'єкт досліджень - квасоля, вирощувана на піщаному ґрунті впродовж 15 діб, добрива вносили у кількості 44г/м^2 ґрунту; вказані середні арифметичні значення ± помилка середнього арифметичного.

Практичне застосування нової моделі очищення стічних вод передбачає використання системи, що складається з двох модулів. Перший модуль - стадія анаеробного очищення, що служить для відновлення тривалентного заліза в двовалентне, осадження сірки у формі сульфіду заліза й мінералізації органічних речовин у ході метаногенезу. Другий модуль - аеробна стадія, у ході якої проводиться спряжене осадження гідроксиду заліза з амонієм і одержання азотовмісного добрива. Усі ці процеси можуть бути виконані на базі стандартного обладнання, яке використовується в технології очищення стічних вод (рис. 6).

Культивування залізобактерій проводиться у ферментаторі (поз.БР-7), забезпеченому системою аерації і на 2/3 об'єму заповненому носієм з великою питомою поверхнею, на якому відбувається утворення біоплівки залізоокислювальних бактерій. Культивування проводиться при температурі (20±5)°С. Як інокулят залізобактерій може бути використаний коричнево-жовтий мул, відібраний з іригаційних каналів або місць природного виходу анаеробних розчинів, які містять іони Fe^{2+}, на поверхню. Приготування суспензії заліза (III) проводиться в біореакторі-окислювачі з пневматичною системою аерації (поз. БО-1) при окисненні залізного лому киснем повітря. Інтенсивність аерації 0,1 дм^3 повітря/дм^3·хв. Вода поступає в зону аерації, куди підводиться стиснене повітря і за допомогою пневматичного аератора проходить насичення середовища киснем та перемішування середовища. Для підвищення ефективності процесу утворення гідроксиду заліза (III) в біореактор подається інокулят залізобактерій, одержаний у ферментаторі (поз. БР-7). Потім суспензія заліза (III) за допомогою відцентрового насоса (поз. Н-2) подається на стадію анаеробної очистки стічної води. Перед надходженням у метантенк стічна вода нагрівається у теплообміннику (поз. ТО-3) до температури 60°С. Анаеробне очищення стічної води проводиться в метантенку спеціальної конструкції (поз.МТ-4),

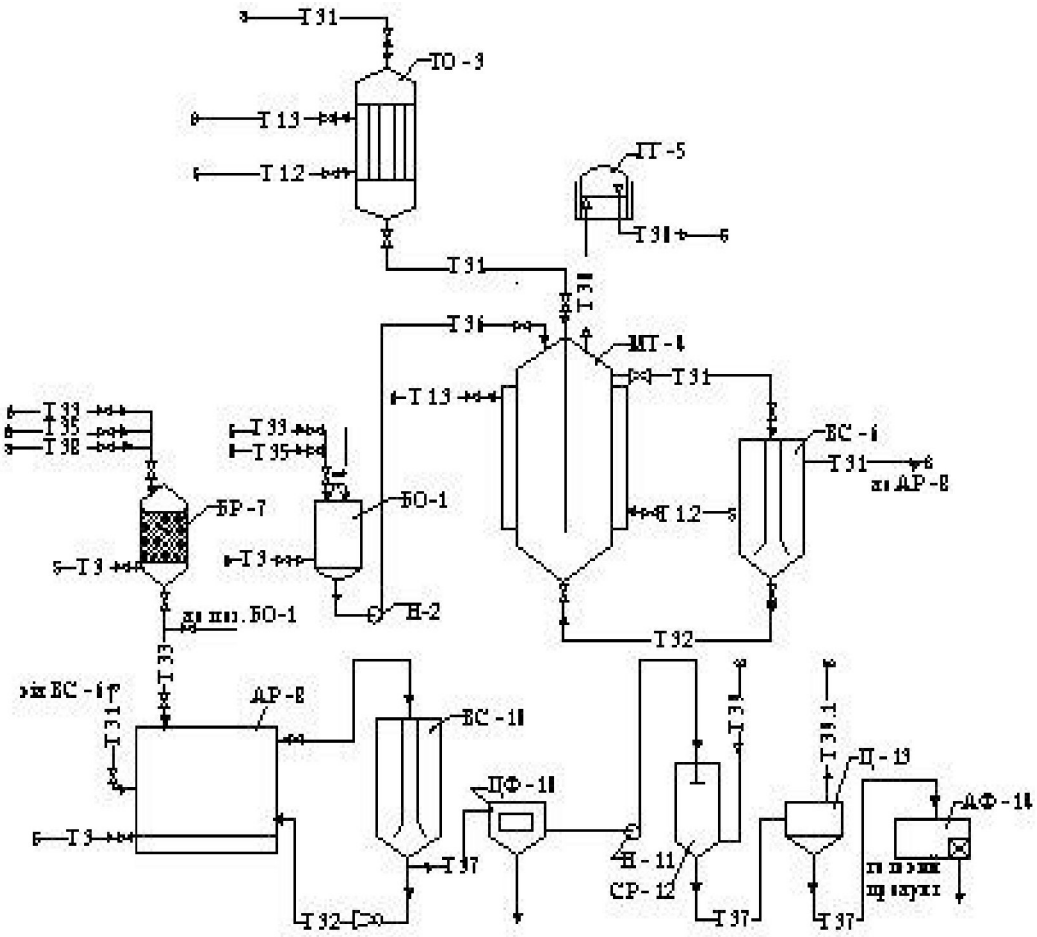

Рис. 6. Апаратурна схема очистки стічних вод із штучно підвищеною концентрацією заліза в системі

БО-1 – біоокислювач; Н-2,11 – насоси відцентрові; ТО-3 – апарат теплообмінний кожухотрубний; МТ-4 – метантенк; ГГ-5 – газгольдер; ВС-7 – відстійник; БР-7 – біореактор; АР-8 – аеротенк; С-9 – сепаратор; ВС-10 – відстійник; ЦФ-10 – центрифуга; СР-12 – сушарка розпилювальна; Ц-13 – циклон; АФ-14 – апарат фасувальний;

Т1.1 – вода холодна; Т1.2 – вода гаряча; Т1.3 – вода оборотна; Т3 – повітря; Т30 – біогаз; Т31 – вода стічна; Т32 – активний мул; Т33 – культура залізобактерій; Т34 – залізний брухт; Т35 – вода очищена; Т36 – суспензія тривалентного заліза; Т37 – залізо-амонійний осад; Т38 – розчин поживних солей; Т39 – топкові гази; Т39.1 – відпрацьовані топкові гази.

особливостями якої передбачена можливість одночасного з метановим бродінням видалення надлишкової частини жирів та інших завислих речовин в результаті флотації, що проходить під впливом газів. Така конструкція метантенка дозволяє уникнути стадії попередньої обробки стічних вод в жировловлювачах. Газоподібні продукти, які утворюються в процесі метаногенезу, направляються у газгольдер (поз. ГГ-5), і використовуються на енергетичні потреби виробництва та для обігріву метантенка. Після анаеробного очищення стічна вода направляється у вертикальний циліндроконічний відстійник (поз.ВС-6). Суспензія надходить у відстійник тангенціально у верхню частину центральної труби. Під дією сил тяжіння тверді частинки прямують вниз, утворюючи в нижній частині відстійника осад, а очищена рідина піднімається вверх, звідки видаляється через патрубок. Осаджений активний мул за допомогою насосу повертається із відстійника у метантенк, а частково очищена стічна вода направляється на аеробне доочищення. Надлишок активного мулу спрямовується на анаеробне зброджування. Аеробну обробку проводять в аеротенку (поз.АР-8) протягом 2 діб. Стічна вода подається в аеротенк з відстійника. Конструкція аеротенку передбачає не тільки пневматичну систему аерації, а й функції первинного відстійника. Повітря подають через барботер. Оброблена стічна вода насосом подається на відстоювання. Процес відстоювання. проходить у вертикальному циліндроконічному відстійнику (поз. ВС-10). Суспензія надходить у відстійник за допомогою відцентрового насосу (поз.Н-9). Відстояна вода при необхідності подається на подальше доочищення або спускається у водоймище, а осад у вигляді суспензії з вологістю W=90% подається на стадію центрифугування. Суспензія залізоамонійного осаду та активного мулу зневоднюється за допомогою безперервно діючої осаджувальної горизонтальної центрифуги з шнековим вивантаженням осаду (поз.ЦФ-10). Під дією відцентрової сили частки твердої фази суспензії, що піддається згущенню, осаджуються на стінках ротора і шнека, що обертається, пересуваються до вивантажного отвору в роторі і подаються на стадію сушіння; освітлена рідка фаза безперервно виводиться з ротору крізь зливний отвір. Сушіння продукту відбувається у розпилювальній сушарці (поз.СР-12), де осад висушується до вологості W=5-10%. Суспензія осаду через розпилювальний диск подається до сушильної камери. Температура теплоносія 220-250°С. Значна частина висушеного осаду збирається в нижній конусній частині сушильної камери, а залишок уловлюється в циклонах (поз Ц-13). Готовий продукт з нижньої частини сушильної камери та циклонів подається на стадію фасування та упаковки.

Готовий продукт фасується в крафт-мішки (поз. АФ-14) по 20±0,1 кг, маркірується та відправляється на склад або на відвантаження замовнику.

Таким чином, використання солей чи гідроксиду заліза дозволяє підвищити якість анаеробно-аеробного очищення стічних вод. Внесення солей чи гідроксиду заліза рекомендується для підвищення ефективності анаеробної обробки води, що містить сульфати або жири. Співосадження амонійного азоту з тривалентним залізом на аеробній стадії дозволяє запобігти вторинному забрудненню навколишнього середовища токсичними сполуками азоту та

уникнути непродуктивних втрат цінної азотовмісної сировини. Залізо-амонійний осад може використовуватися як добриво пролонгованої дії.

ВИСНОВКИ

1. Новий спосіб біологічної очистки стічних вод харчових виробництв включає в себе комплексну анаеробно-аеробну обробку стоків із штучно підвищеною концентрацією іонів заліза в середовищі.

2. Внесення Fe(III) у молярному співвідношенні N:Fe = 1:1 на анаеробній стадії очистки жировмісних стічних вод, наближених за складом до стоків м'ясокомбінатів, знижує пригнічуючу дію жирів та жирних кислот на метаногенез за рахунок співосадження їх у нерозчинні комплексні сполуки та солі із залізом. При цьому виділення біогазу підвищується: в 2 рази - в порівнянні із зброджуванням жировмісної стічної води без додавання сполук заліза та в 1,5 рази - у порівнянні із зброджуванням води без внесення жирів.

3. Використання заліза при анаеробному очищенні білоквмісних стічних вод харчових виробництв дає можливість підвищити ступінь очищення стоків на 11,2% і збільшити сумарний об'єм біогазу в 1,2 рази.

4. Анаеробне очищення стічних вод, які містять сульфати, у присутності тривалентного заліза характеризується збільшенням в 1,5 рази виходу біогазу при одночасному збільшенні в його складі вмісту метану та зниженні в 10 разів вмісту сірководню. Присутність іонів заліза пригнічує життєдіяльність сульфатовідновлювальних бактерій, які є конкурентами з метаногенами, що сприяє більш ефективному протіканню процесу метаногенезу.

5. У присутності іонів заліза відбувається інтенсифікація аеробного очищення стічних вод. При цьому кінцеве значення ХСК знижується у 1,5 рази порівняно з очищенням стічних вод без попереднього внесення заліза.

6. У присутності іонів заліза відбувається переривання звичайної бактеріальної нітрифікації та співосадження амонію з гідроксидом заліза у вигляді залізо-амонійного осаду, що забезпечує видалення амонію зі стічних вод і попереджує забруднення навколишнього середовища токсичними нітратами та нітритами.

7. Для інтенсифікації процесу видалення амонію із зони реакції та утворення залізо-амонійного комплексу рекомендується внесення на стадію аеробної обробки інокуляту залізобактерій у концентрації 10^2 кл/см^3.

8. Одержаний залізо-амонійного осад є ефективним та екологічно безпечним азотним добривом пролонгованої дії, завдяки невисокій швидкості вивільненння з нього іонів амонію, яка складає від 14,3 до 34,2 мг NH_4^+/(л·добу) в анаеробних та від 7,7 до 50,8 мг NH_4^+/(л·добу) в аеробних умовах.

9. Складені хімічна та кінетична моделі процесу анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв із штучно підвищеною концентрацією іонів заліза в середовищі дозволяють кількісно оцінити ефективність запропонованої технології та підрахувати економічні показники від її впровадження Річний економічний ефект від впровадження технології може

складати 145389 грн., з яких 63302 грн. - можливий ефект від інтенсифікації анаеробно-аеробної технології очистки стічних вод м'ясокомбінату і реалізації одержаного біодобрива (ЗАО) і 82087 грн. - економічний ефект від попередження збитків водному господарству України.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Иванов В.Н., Стабникова Е.В., Широких В.О. Влияние окисления двухвалентного железа на нитрификацию в водной и почвенной модельных микробных экосистемах // Микробиология.-1997.- т.66, №3.- С. 402-407.

Особистий внесок здобувача полягає в участі в експериментальних дослідженнях та підготовці матеріалів до публікації.

2. Одержання нового азотного добрива пролонгованої дії при повторному використанні білкових компонентів стічних вод харчових виробництв / О.В.Стабнікова, В.О.Красінько, О.О.Ямковий, В.М.Іванов // Харчова промисловість. - 1998.- №43.- С.154-159.

Особистий внесок - планування експерименту, проведення досліджень, підготовка матеріалів до публікації.

3. Стабникова Е.В., Красинько В.О., Иванов В.Н. Влияние окисления железа на удаление аммония при аэробной очистке сточных вод // Химия и технология воды: Междунар. науч.- техн. журн.- 2000.- т.22, №2. - с.207-215.

Особистий внесок дисертанта полягає у проведенні експериментальних досліджень, участі в обробці та узагальненні результатів, формулюванні основних висновків, підготовці матеріалів до публікації.

4. Спосіб очистки стічних вод харчових виробництв: Пат.№ 2000052842 , МКІ С02 F3/30. / В.М.Іванов, В.О.Красінько, О.В.Стабнікова, В.П.Стабніков. - №38031А; Заявл. 18.05.00; Друк. 15.05.01, Бюл. №4.

Особистий внесок дисертанта полягає у проведенні патентного пошуку, участі в організації та проведенні експериментальних досліджень, обробці одержаних даних та оформленні заявки на патент України.

5. Стабнікова О.В., Красінько В.О., Іванов В.М. Вплив заліза на анаеробну обробку білок- та сульфатовмісних стічних вод // Наукові праці НУХТ. – 2002. - №11. – С. 35 – 37.

Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні досліджень, участі в обробці та узагальненні результатів, підготовці матеріалів до публікації.

5. Карпенко В.І., Стабнікова О.В., Красінько В.О., СтабніковВ.П., Салюк А.І. Вплив іонів заліза на метанове зброджування жировмісних стічних вод // Наукові записки. Спеціальний випуск, Ч.2, Київ: Видавничий дім «КМ Academia». Друкарня НаУКМА, 2000.- С.313-316.

Особистий внесок дисертанта - проведення експериментальних досліджень та підготовка матеріалів до публікації.

6. Стабникова Е.В., Широких В.О. Модифікація процесу метанового бродіння з метою отримання нового добрива//Тези доповідей 62-ої студентської конференції УДУХТ, 1996.- С.71.

Особистий внесок дисертанта - проведення експериментальних досліджень та підготовка тез доповіді до публікації.

7. Редька М.В., Широких В.О., Салюк А.І. Вплив сульфатредукції та нітратредукції на процес метанового бродіння//Тези доповідей 62-ої студентської конференції УДУХТ, 1996.- С.165.

Особистий внесок дисертанта - проведення експериментальних досліджень та підготовка матеріалів до публікації.

8. Стабнікова О.В., Широких В.О. Інтенсифікація процесу очищення білоквмістних стічних вод з отриманням азотного добрива// Тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Розроблення та впровадження прогресивних ресурсоощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість», К.: УДУХТ, 1997.- С.44.

Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні досліджень, участі в опрацюванні та узагальненні результатів, підготовці матеріалів до публікації.

9. В.Карпенко, В.Широких, О.Стабникова. Вплив солей заліза на метанове бродіння стічних вод харчових виробництв//Тези доповідей Третьої щорічної наукової конференції НаУКМА "Україна: людина, суспільство, природа", К.: Друкарня НаУКМА, 1997. – с.108 – 109.

Особистий внесок здобувача полягає в участі в експериментальних дослідженнях та підготовці матеріалів до публікації.

10.. Антонюк М.М., Стабнікова О.В., Красінько В.О. Вплив заліза на анаеробне оброблення білок-, жиро та сульфатовмісних стічних вод//Тези доповідей 64-ої студентської конференції УДУХТ, 1998.- С.59.

Особистий внесок дисертанта полягає в проведенні досліджень, участі в обробці та узагальненні результатів, підготовці тез доповіді до публікації.

11. Аксьонова І.В., Стабнікова О.В., Красінько В.О. Вплив внесення заліза на видалення амонію із стічних вод під час їх аеробного очищення//Тези доповідей 64-ої студентської конференції УДУХТ, 1998.- С.59.

Особистий внесок - планування експерименту, проведення досліджень, участь у обговоренні та узагальненні результатів, підготовка матеріалів до публікації.

12. Красінько В.О., Стабнікова О.В. Вплив сполук заліза на процес анаеробно-аеробного очищення стічних вод харчових виробництв//Тези доповідей Шостої міжнародної науково-технічної конференції "Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості, К.: УДУХТ, 2000.- Ч.1.- С.44.

Особистий внесок – участь у плануванні експериментів, проведення досліджень, підготовка матеріалів до публікації.

13. V.N. Ivanov, P. Sihanonth, E.V. Stabnikova and V.O. Krasinko. Function of Iron in Sustainaible Water Use//Preprints of International WIMEK Congress "Options

for Closed Water Systems Sustainable Water Management", Wageningen, The Netherlands, March 11-13, 1998 .

Особистий внесок - участь у плануванні експерименту, проведення досліджень, участь у обговоренні та узагальненні результатів.

14. Ivanov V.N., Kim In S., Zubair Ahmad, Stabnikova E.V, Krasinko V.O. Function of Iron in Anaerobic Digestion of landfill Organic Matter//Abstracts of II International Symposium on Anatrobic Digestion of Solid Waste, Barselona, Spain, June 15-17, 1999. - p.p. 228 - 231.

Особистий внесок дисертанта полягає в участі у плануванні експерименту, проведенні досліджень, участі у обговоренні та узагальненні результатів.

Анотація.

Красінько В.О. Розробка біотехнології очистки стічних вод харчових виробництв із застосуванням сполук заліза. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 03.00.20 - біотехнологія. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2004.

Дисертацію присвячено питанням підвищення ефективності біологічної очистки стічних вод харчових виробництв. Запропоновано використовувати взаємодію між анаеробними та аеробними біохімічними перетвореннями органічного матеріалу, азоту, сполук сірки й заліза в процесі біологічної очистки стічних вод харчових виробництв. Сумарний ефект, що його надає внесення тривалентного заліза на анаеробну стадію очищення жировмісних, білоквмісних стічних вод, а також стоків з підвищеним вмістом сульфатів полягає в підвищенні метаногенної активності анаеробного мулу і, як наслідок цього, в збільшенні об'ємів біогазу; в зменшенні вмісту в біогазі токсичного сірководню; в досягненні більш повного розкладу органічних речовин стічних вод; в покращенні якості очищеної води.

Співосадження амонійного азоту з тривалентним залізом на аеробній стадії дозволяє запобігти вторинному забрудненню навколишнього середовища токсичними сполуками азоту та уникнути непродуктивних втрат цінної азотвмісної сировини. Залізо-амонійний осад, отриманий як побічний продукт, може використовуватися як добриво пролонгованої дії. Для інтенсифікації процесу окиснення заліза і співосадження амонію рекомендовано внесення інокуляту залізобактерій.

Розроблені технологічні рекомендації використання анаеробно-аеробної очистки стічних вод харчових виробництв із підвищеною концентрацією заліза в системі в промислових умовах.

Ключові слова: *анаеробно-аеробна очистка, стічні води, сполуки заліза, біодобриво.*

Аннотация.

Красинько В.О. Разработка биотехнологии очистки сточных вод пищевых производств с применением соединений железа. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 - биотехнология. - Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2003.

Диссертация посвящена вопросам повышения эффективности биологической очистки сточных вод пищевых производств. Предложено использовать взаимодействие между анаэробными и аэробными биохимическими преобразованиями органической материи, азота, соединений серы и железа в процессе биологической очистки сточных вод пищевых производств.

Добавление железа (III) является эффективным методом интенсификации анаэробной очистки белок- и сульфатсодержащих сточных вод. Добавление солей железа приводило к следующей химической реакции в среде:

$$Fe^{2+} + H_2S = FeS + 2H^+,$$

что улучшало качественный состав биогаза, снизив содержание в нем сероводорода, а также приводило к уменьшению концентрации сульфатвосстанавливающих бактерий, которые являются конкурентами метанообразующим и отрицательно влияют, вследствие этого, на эффективность метанового брожения. Исследование влияния присутствия солей двухвалентного железа в сточной воде на процесс аэробной очистки показало: в контрольном варианте (без внесения железа) происходил обычный процесс нитрификации, который сопровождался накоплением нитритов и нитратов; в опытном (с добавлением железа) бактериальная нитрификация отсутствовала. В опытном варианте наблюдали образование коричневого осадка, анализ химического состава которого показал наличие аммония и железа в молярном соотношении 1:1. Осадок содержал компоненты, соответствующие составу $(NH_4)Fe(OH)_4$. Конечная концентрация трехвалентного железа в очищенной воде составляла 0,05 мг/л при предельно допустимой концентрации его в стоках, которые направляются у водохранилища хозяйственно--питьевого или рыбохозяйственного назначения, 0,5 мг/л. Результаты лабораторных и опытно-полевых испытаний показывают целесообразность применения жлезоаммонийного осадка в качестве эффективного и экологически безопасного азотного удобрения пролонгированного действия.

Молярное соотношение N:Fe в среде должно составлять 1:1. При меньшем количестве железа не обеспечивается надлежащий уровень интенсификации очистки сточных вод, вызванный неполным соосаждением ингибиторов процесса с железом. При более высоких концентрациях железа наблюдали его повышенное остаточное количество, которое выходит за пределы ПДК.

Суммарный эффект, который оказывает внесение трехвалентного железа на анаэробную стадию очистки жиросодержащих, белоксодержащих сточных вод, а также стоков с повышенным содержимым сульфатов состоит в повышении метаногенной активности анаэробного ила и, как следствие этого, в увеличении

объемов биогаза; в уменьшении содержания в биогазе токсичного сероводорода; в достижении более полного разложения органических веществ сточных вод; в улучшении качества очищенной воды.

Соосаждение аммонийного азота с трехвалентным железом на аэробной стадии позволяет предотвратить вторичное загрязнение окружающей среды токсичными соединениями азота и избежать непродуктивных потерь ценного азотсодержащего сырья. Железоаммонийный осадок, полученный в качестве побочного продукта, может использоваться как удобрение пролонгированного действия. Для интенсификации процесса окисления железа и соосаждения аммония на аэробной стадии очистки сточных вод рекомендовано внесение инокулята железобактерий.

Разработаны технологические рекомендации к использованию анаэробно-аэробной очистки сточных вод пищевых производств с повышенной концентрацией железа в системе в промышленных условиях.

Ключевые слова: *анаэробно-аэробная очистка, сточные воды, соединения железа, биоудобрение.*

Annotation.

Krasinko V.O. Development of biotechnology of anaerobic-aerobic treatment of food production wastewater with ferric compounds using. - Manuscript.

The dissertation on winning of scientific candidate degree of technical sciences by speciality 03.00.20 - biotechnology. - National University of Food Technologies, Kiev, 2003.

The subject of the dissertation is the enhance the effectivity of biological treatment food productions waste water. It is purpose to use the interactions between the anaerobic and aerobic biochemical transformations of organic matter, nitrogen, sulfur, and iron. An addition of ferric into methanogenic treatment of fat-containing, protein- and sulfate-containing wastewaters increased the biogas production rate , number of methanogenic bacteria and decreased the number of sulfate-reducing bacteria, content of carbon dioxide and hydrogen sulfide in the biogas, improve the quality of purified water.

Co-precipitation of an ammonium with the iron hydroxide on the aerobic stage permit to prevent purification of environment by toxical nitrite and nitrate and avoid unproductive losses of valuable nitrogen-containing material. The iron-ammonium precipitate formed as by-product and may be used as fertilizer which is releasing an ammonium into the soil with low rate. An addition of iron-oxidizing bacteria was recomended for stimulation of the oxidation of iron(II) thus enhances the removal of ammonium from the waste water in aerobic conditions.

Technological recomendations for using anaerobic-aerobic treatment of food productions wastewater altogether with the artificial increasing of iron concentration in the system was developed.

Key words: *anaerobic-aerobic treatment, wastewater, ferric compounds, biofertilizer.*