

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи  
Національного технічного  
університету України

«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»  
к.філос.н., доц.



Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

“ 16 ” 06 20 20 р.

### ВИТЯГ

з протоколу №12 від 12 червня 2020 р. розширеного засідання кафедри екобіотехнології та біоенергетики Факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

### БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри екобіотехнології та біоенергетики:

в.о. завідувача кафедри, д.х.н., проф. Кузьмінський С.В., проф., д.т.н. доц. Голуб Н.Б., проф., д.т.н., проф. Саблій Л.А., доц., к.т.н., доц. Щурська К.О., доцент, к.т.н. Козар М.Ю., ст. викладач, к.т.н., доц. Жукова В.С., доцент, к.б.н. Моргун Б.В., асистент, к.т.н. Зубченко Л.С., асистент, к.т.н. Левтун І.І.;

- з кафедри промислової біотехнології:

декан факультету, д.б.н., проф. Дуган О.М., завідувач кафедри, д.т.н., доц. Тодосійчук Т.С.;

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського;

завідувач кафедри трансляційної медичної біоінженерії, д.б.н., проф. Галкін О.Ю.

### СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри екобіотехнології та біоенергетики Коренчука Миколи Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи «Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод з видаленням

іонів феруму» поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія 162 Біотехнології та біоінженерія.

Тему дисертаційної роботи «Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод з видаленням іонів феруму» затверджено на засіданні Вченої ради Факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (протокол № 11 від «28» листопада 2016)

Науковим керівником затверджено д.т.н., професор Саблій Л.А.

## **2. Запитання до здобувача.**

Запитання по темі дисертації ставили:

д.х.н., проф. Кузьмінський Є.В.; к.б.н., Моргун Б.В.; к.т.н., Козар М.Ю.; д.б.н., проф. Дуган О.М.; д.т.н., доц. Голуб Н.Б.

Здобувач дав вичерпні відповіді на всі запитання.

## **3. Виступи за обговорено роботою.**

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.х.н., проф. Кузьмінський Є.В., к.б.н., Моргун Б.В.; к.т.н., Козар М.Ю. д.б.н., проф. Дуган О.М; к.т.н., доц. Щурська К.О.; та рецензенти:

д.т.н., доц. Голуб Н.Б., к.т.н., доц. Жукова В.С., які позитивно оцінили проведені автором дослідження, підкреслили актуальність роботи, її новизну та практичну цінність

## **УХВАЛИЛИ:**

### **ВИСНОВОК**

#### **про наукову та практичну цінність дисертації**

аспіранта кафедри екобіотехнології та біоенергетики Коренчука Миколи Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи «Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод з видаленням іонів феруму» поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія 162 Біотехнології та біоінженерія.

**1. Актуальність теми** дисертаційної роботи полягає в необхідності розробки технології біологічного очищення стічних вод від іонів феруму для підвищення ефективності їх видалення.

#### **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі екобіотехнології та біоенергетики за темами кафедри:



- «Отримання енергоносіїв з відходів виробництва біодизельного палива, промислових стоків, мікроводорості *Chlorella vulgaris* та відходів її культивування», № ДР 0115U000399 (2015-2016 рр.);
- «Використання потенціалу гідробіонтів для конверсії біосировини та забруднень стічних вод», № ДР 0117U002389 (2017-2018 рр.).

### 3. Наукова новизна отриманих результатів:

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- **Вперше** встановлено ефективність використання ряски *L. minor* для доочищення стічних вод промислових підприємств від іонів  $Fe^{3+}$  до 90 % з одержанням концентрацій іонів феруму в очищеній воді менше 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, що відповідає нормативним вимогам до скиду стічних вод у природні водойми.
- **Вперше** визначено раціональні параметри видалення іонів  $Fe^{3+}$  зі стічних вод за допомогою *L. minor*: тривалість 8±0,2 год; питома біомаса ряски 25±1 г/дм<sup>3</sup>; питома навантаження на ряску за іонами феруму  $q_F$  0,24±0,05 мг/(г·доба); питома швидкість видалення іонів феруму рясковими  $\rho$  0,20±0,05 мг/(г·доба); потужність біореактора щодо видалення іонів феруму  $P_{Fe}$  5,0±0,3 мг/(дм<sup>3</sup>·доба). за температури води 18-20 °С, штучного освітлення протягом 12 год на добу інтенсивністю 3000 лк і початкової концентрації іонів феруму 2,0 мг/дм<sup>3</sup>.
- **Вперше** встановлено раціональні параметри доочищення стічних вод солодового заводу з використанням біоценозу іммобілізованих мікроорганізмів та ряскових від іонів феруму та нітратів за початкової концентрації, відповідно, до 1,3 мг/дм<sup>3</sup> та до 53 мг/дм<sup>3</sup>: тривалість – 8±0,2 год; питома величина біомаси ряски – 25±1 мг/дм<sup>3</sup>, біомаси іммобілізованих мікроорганізмів – 2,0±0,1 мг/дм<sup>3</sup>; щільність волокнистого носія в біореакторі – 2,4±0,1 г/дм<sup>3</sup>; ступінь видалення іонів феруму та нітратів становила, відповідно, до 40 % та до 53 % за температури води 18-24 °С.
- **Вперше** для біологічного очищення стічних вод встановлено раціональний режим роботи струминного аератора роторного типу, оснащеного кільцевою насадкою з периферійними отворами діаметром 12 мм з кутовою швидкістю 38 с<sup>-1</sup>, що забезпечує збільшення ступеня очищення стічних вод за ХСК до 40 %, агрегативну стійкість пластівців і життєздатність мікроорганізмів активного мулу, муловий індекс до 90 см<sup>3</sup>/г та зниження енергетичних витрат.



#### **4. Теоретичне та практичне значення одержаних результатів дисертації**

Розроблено конструкцію біореактора (патент України на корисну модель № 136188), який забезпечує ефективне очищення стічних вод від іонів феруму.

Розроблена і впроваджена біотехнологія доочищення стічних вод солодового заводу у біореакторі з рясковими, що забезпечує видалення сполук феруму і нітратів до нормативних вимог. Розроблена технологічна та апаратурна схеми доочищення стічних вод Славутського солодового заводу в біореакторі з рясковими (акт впровадження). Собівартість доочищення 1 м<sup>3</sup> стічних вод – 1,34 грн.

Розроблено технологію культивування ряскових, її апаратурну та технологічну схеми. Ряска використовується для очищення стічних вод. Культивування здійснюється на середовищі Штейнберга за таких параметрів: температура середовища 18-25°C; концентрація розчиненого кисню 1,5-2,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Встановлено раціональне питоме навантаження на ряску за іонами феруму 0,24±0,05 мг/(г·доба), питома швидкість видалення іонів феруму – 0,20±0,05 мг/(г·доба), потужність біореактора щодо видалення 5,0±0,3 мг/(дм<sup>3</sup>·доба), які дозволяють розрахувати технологічні і конструктивні параметри біореактора для різних витрат стічних вод і вихідних концентрацій іонів феруму.

Результати досліджень впроваджено в навчальний процес для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» в дисциплінах «Біотехнології очищення води» та «Екобіотехнологія».

#### **5. Використання результатів роботи**

Результати дисертаційної роботи використовуються в ПрАТ «Славутський солодовий завод», про що складено відповідний акт впровадження.

**6. Особиста участь автора** в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі екобіотехнології та біоенергетики факультету біотехнології та біоінженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та на базі ПАТ «Славутський солодовий завод». Планування досліджень та обговорення результатів проводили спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Саблій Л.А. Особистий внесок дисертанта полягає у проведенні досліджень біологічного очищення стічних вод від іонів феруму за допомогою ряскових; встановленні впливу режимів перемішування в різних конструкціях аераційно-роторної установки на стан активного мулу; підготовці до публікацій статей та апробації отриманих експериментальних



даних; розробці і впровадженні біотехнології очищення стічних вод від іонів феруму.

**7. Перелік публікацій за темою дисертації** із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 28 наукових праць, в тому числі: 13 наукових статей, з яких 11 опубліковані в українських наукових виданнях з технічних наук, 1 стаття у періодичному науковому фаховому виданні держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку та Європейського Союзу (Угорщина), 1 – в інших виданнях; 1 патент України на корисну модель; 14 тез доповідей на всеукраїнських та міжнародних конференціях.

1. Саблій Л. А., Кононцев С. В., Коренчук М. С. Підвищення ефективності аерування мулової суміші в аеротенках шляхом використання низьконапірного аератора. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. 2017. Вип. 28. С. 290–295. *(Здобувачем проведено дослідження впливу аераційно-окиснювальної установки на активний мул)*

2. Саблій Л. А., Ободович О. М., Сидоренко В. В., Коренчук М. С. Дослідження можливості використання аераційно-окиснювальної установки роторного типу для біологічного очищення стічних вод. Вісник НУВГП. 2017. Вип. 77, № 1. С. 94–102. *(Здобувачем проведено дослідження зміни показника хімічного споживання кисню стічних вод оброблених в установці)*

3. Konontcev S., Sabliy L., Kozar M., Korenchuk N. Treatment of recirculating water of industrial fish farms in phytoreactor with lemnoideae. Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Вип. 5, № 10–89. (SCOPUS) *(Здобувачем проведено аналіз очищення стічних вод від сполук азоту водними макрофітами)*

4. Кононцев С. В., Гроховська Ю. Р., Саблій Л. А., Коренчук М. С. Адаптація ряскових (Lemnoideae) до умов органічного забруднення води. Вісник Хмельницького національного університету. 2018. Вип. 259, № 2. С. 141–145. *(Здобувачем встановлено вплив показника хімічного споживання кисню на життєздатність Lemna minor)*

5. Саблій Л. А., Коренчук М. С., Кононцев С. В. Аналіз ефективності застосування роторних аераторів при очищенні води у системах з оборотним водопостачанням. Вісник КНУТД. 2018. Вип. 120, № 2. С. 56–61. *(здобувачем встановлено придатність конструкції ротору з круглими отворами для застосування в біологічному очищенні стічних вод з активним мулом)*

6. Obodovych O., Sablii L., Sydorenko V., Korenchuk M. Application of aeration-oxidative jet-looped setup for biological wastewater treatment. Biotechnologia Acta. 2018. Вип. 11, № 2. С. 57–63. *(Здобувачем проведено аналіз кількості живих найпростіших та коловерток в активному мулі до та після випробування аераційно-окиснювальної установки)*



7. Саблій Л. А., Ободович О. М., Сидоренко В. В., Кононцев С. В., Коренчук М. С. Використання аераційної системи ежекторного типу для біологічного доочищення стічних вод. Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті. 2018. Вип. 22, № 1. С. 50–58. (Здобувачем проведено аналіз ефективності альтернативних систем аерації в очисних спорудах)
8. Саблій Л. А., Коренчук М. С., Кононцев С. В., Колтишева Д. С. Дослідження ефективності видалення іонів феруму вищими водними рослинами. Наукові праці ВНТУ. 2018. №2. С. 5. (Здобувачем встановлено ефективність видалення іонів феруму від тривалості процесу очищення)
9. Sablii L., Korenchuk M., Kozar M. The influence of nitrate on the phosphate removal from wastewater in activated sludge treatment process. Biotechnologia Acta. 2019. Vol. 12, № 4. С. 50–56. (Здобувачем було встановлено вплив концентрації нітратів на ефективність видалення фосфатів рясковими у стічних водах)
10. Sablii L., Korenchuk M., Kozar M. Using of *Lemna minor* for polluted water treatment from biogenic elements. Biotechnologia acta. 2019. Vol. 12, № 5. P. 82–88. (Здобувачем було встановлено залежність зниження концентрації нітратів від тривалості контакту з ряскою)
11. Sablii L., Obodovich O., Sydorenko V., Korenchuk M. Increase in the efficiency of removal of iron ions from wastewater by aquatic plant “*Lemna minor*”. Acta Periodica Technologica. 2019. Vol. 352, issue 50. P. 210–219. (SCOPUS) (Здобувачем встановлено зміну концентрації іонів феруму в очищеній стічній воді від питомої кількості біомаси та тривалості процесу очищення)
12. Sablii L., Korenchuk M. Tertiary wastewater treatment in the bioreactor with *Lemna minor* and immobilized microorganisms. The scientific heritage. 2019. Vol. 1, № 41. С. 31–35. (Угорщина) (Здобувачем встановлено динаміку зміни концентрації іонів феруму в експериментальному біореакторі)
13. Ободович О. М., Саблій Л. А., Сидоренко В. В., Коренчук М. С. Нове тепломасообмінне обладнання для інтенсифікації процесу біологічного очищення стічних вод. Енергетика та автоматика. 2017. №3 (Здобувачем проведено дослідження впливу кутової швидкості роторів на стан активного мулу)
14. Саблій Л.А., Козар М.Ю., Кононцев С.В. Коренчук М.С., винахідники; Саблій Л.А., Козар М.Ю., Кононцев С.В. Коренчук М.С., патентовласники. Фітореактор для доочищення стічних вод. Патент України на корисну модель UA 136188. 2019 серп. 12. (Здобувачем проведено патентний пошук найближчих аналогів, прийнято участь в оформленні заявки).
15. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Аналіз біологічних методів видалення зі стічних вод важких металів. «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (26-28 жовтня 2016): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. – С. 110-111.
16. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Сучасні біологічні методи очищення стічної води від іонів важких металів. «Меліорація та водокористування – сталий розвиток водогосподарського комплексу країни» (17 березня 2017):



матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 19-й річниці Університету «Україна». – Мелітополь, Мелітопольський інститут екології та соціальних технологій ВМУРЛ «Україна», 2017.– С. 42-44.

17. Долінський А.А. Використання аераційно-окиснювальної установки роторного типу в технології біологічного очищення стічних вод. / А.А. Долінський, О.М. Ободович, Л.А. Саблій, В.В. Сидоренко, М.С. Коренчук // «Проблеми теплофізики та теплоенергетики» (23-26 травня 2017): X міжнародна конференція.

18. Саблій Л.А., Коренчук М.С. Вплив важких металів на вихід біогазу при анаеробному зброджуванні осадів стічних вод. «Відновлювальна енергетика та енергоефективність у ХХІ столітті» (27-29 вересня 2017): матеріали ХVІІІ міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Інститут відновлювальної енергетики НАНУ, 2017.– С. 710-712.

19. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Видалення іонів важких металів зі стічної води біологічними методами. Біотехнологія ХХІ століття (Київ, 21 квітня 2017): матеріали ХІ Всеукраїнської науково-практичної конференції / Міністерство освіти і науки України, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Національна академія наук України, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – С. 120.

20. Саблій Л. А. Використання гідромеханічної системи аерації для біологічного очищення стічних вод / Л. А. Саблій, О. М. Ободович, В. В. Сидоренко, С. В. Кононцев, М. С. Коренчук / «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (26-27 жовтня 2017 р., Київ): матер. V Міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2017. – С. 187–188. (Здобувачем проведено аналіз впливу конструкції аератора на мікробіоту очисних споруд).

21. Саблій Л.А. Пошук низькоенергетичних пристроїв для аерації стічних вод в аеротенках / Л.А. Саблій, М.С. Коренчук, О.М. Гіджеліцька // «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (26-27 жовтня 2017 р., Київ): матер. V Міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2017.– С. 189-190. (Здобувачем проведено аналіз зміни показника хімічного споживання кисню стічних вод від тривалості очищення)

22. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Встановлення раціональних параметрів процесів біологічного очищення стічних вод картонно-паперової фабрики. «Біотехнологія ХХІ століття» (20 квітня 2018): матеріали ХІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – С. 111.

23. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Вплив біомаси *Lemna minor* на кінетику очищення води від іонів феруму. «Хімія, біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій та косметичній промисловості» (1-2 листопада 2018): збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції . – Харків: ХПІ, 2018. – С. 96-97.



24. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Вплив гідравлічного режиму на ступінь очищення води від іонів феруму за допомогою *Letna minor*. «Інноваційні матеріали та технології шкіряно-хутрового виробництва» (5 грудня 2018): збірник тез IV Міжнародного науково-практичного семінару. – Київ: КНУТД, 2018. – С.105-106.

25. Коренчук, М. С. Очищення води від іонів феруму (III) за допомогою *L. minor* при різних гідравлічних режимах / М. С. Коренчук, Л. А. Саблій // Екологічні біотехнології та біоенергетика : матеріали науково-практичного семінару, присвяченого 120-річчю КПІ ім. Ігоря Сікорського (м. Київ, 14 грудня 2018 р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – С. 48–52.

26. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Вплив біомаси на вилучення іонів феруму з води за допомогою *Letna minor* у проточних умовах. «Біотехнологія XXI століття» (19 квітня 2019): матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 119.

27. Саблій Л. А. Застосування аераційно-окиснювальної установки роторного типу для біологічного очищення стічних вод / Л. А. Саблій, О. М. Ободович, В. В. Сидоренко, С. В. Кононцев, М. С. Коренчук / «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (14-15 листопада 2019 р., Київ): матер. VI Міжнар. наук.-практ. конф. – К.: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2019. – С. 177–178. (Здобувачем проведено аналіз впливу конструкції аератора на мікробіоту очисних споруд).

28. Коренчук М.С., Саблій Л.А. Використання *Letna minor* для доочищення стічних вод солодового заводу від сполук феруму. «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг» (23-25 жовтня 2019): матеріали 3-ї міжнародної науково-практичної конференції. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – С. 212-213.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Коренчука Миколи Сергійовича «Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод з видаленням іонів феруму», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПІ ім. Ігоря Сікорського зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія



РЕКОМЕНДУВАТИ дисертаційну роботу «Підвищення ефективності біологічного очищення стічних вод з видаленням іонів феруму», подану Коренчуком Миколою Сергійовичем на здобуття ступеня доктора філософії, до захисту

Рецензенти:

д.т.н., доцент, професор кафедри  
екобіотехнології та біоенергетики



Голуб Н.Б.

к.т.н., доцент, доцент кафедри  
екобіотехнології та біоенергетики



Жукова В.С.

Головуючий на засіданні  
Д.х.н., професор, в.о. завідувача  
кафедри екобіотехнології та  
біоенергетики



Кузьмінський С.В.