

АНОТАЦІЯ

Шквірко О.М. Екологічно безпечні технології біологічної рекультивації із використанням осадів стічних вод.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – Екологія. Національний університет «Львівська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Львів, 2020.

В дисертаційному дослідженні вирішено важливе науково-практичне завдання – встановлення оптимальних умов використання субстрату на основі осадів стічних вод для проведення біологічної рекультивації.

Проаналізовано досвід України та світу в утилізації осадів стічних вод. Визначено найпоширеніші способи утилізації осадів стічних вод в Україні та світі. Проаналізовано досвід України та світу у проведенні біологічної рекультивації. Визначено основні напрями біологічної рекультивації в Україні та світі.

Проведено моніторингові дослідження накопичених на муловому полі ЛМКП «Львівводоканал» осадів стічних вод. Визначено вміст мінеральної та органічної речовини, вологості та рН в накопичених осадах. Проведено мікробіологічні дослідження на вміст патогенних мікроорганізмів в накопичених осадах стічних вод. Визначено вміст рухомих та валових форм важких металів в накопичених осадах. Встановлено, що вміст досліджуваних компонентів в накопичених осадах відповідає нормам ДСТУ 7369:2013. За результатами проведених моніторингових досліджень встановлено залежність вмісту та розподілу досліджуваних компонентів. Встановлено, що від глибини залягання мулових осадів прямо залежить вміст мінеральної речовини, а також вміст рухомої форми кадмію та валовий вміст мангану. Від вмісту органічної речовини залежить вміст рухомої форми нікелю та цинку, а також валовий вміст міді, свинцю, нікелю, кадмію, цинку та хрому. Вологість мулових осадів прямо залежить від рН середовища. У багатьох відібраних пробах встановлено залежність вмісту рухомих форм важких металів від їх валової форми.

Визначено якісні показники «свіжих» осадів стічних вод. Проведено визначення якості субстрату на основі «свіжих» та «відстояних» осадів шляхом

застосування методу біондикації. Досліджено вплив різних композицій субстрату на схожість, ріст та розвиток рослин.

Встановлено, що використання субстрату на основі «відстояних» осадів стічних вод та термічно оброблених «відстояних» осадів негативно впливає на ріст та розвиток ячменю звичайного, гірчиці білої та крес-салату.

При використанні субстрату на основі «свіжих» осадів встановлено, що ріст рослин не відбувається у зразках з часткою осадів більше 40%. За результатами дослідження встановлено, що при використанні субстрату з вмістом осадів стічних вод 20% середні показники росту коренів є більшими у порівнянні зі зразками з ґрунтом.

Досліджено, що при додаванні у композицію природних сорбентів схожість рослин спостерігалася у всіх досліджуваних субстратах. Встановлено, що середній показник проростання у зразках з цеолітом є більшим у порівнянні із зразками без вмісту цеоліту. При додаванні у композицію 7,5% та 10% цеоліту спостерігаються кращі показники схожості дослідних рослин у субстратах з вмістом осадів 35 та 40%. При додаванні у композицію цеоліту у всіх варіантах субстрату показники росту наземної частини ячменю звичайного були вищими у порівнянні із контрольним зразком. За результатами дослідження визначено залежність в зміні геометричних параметрів рослин від компонентів субстрату.

Проведено лабораторні випробування субстрату з додаванням двох видів природних сорбентів (цеоліту та глауконіту). Встановлено позитивний вплив субстрату з вмістом цеоліту на схожість ячменю звичайного. Відмічено позитивний вплив субстрату з вмістом глауконіту на схожість, ріст та розвиток райграсу. Запропоновано оптимальний склад субстрату для проведення біологічної рекультивації.

Ключові слова: утилізація, рекультивація, осад стічних вод, природні сорбенти, цеоліт, глауконіт, ґрунт, субстрат, біоіндикація.

ABSTRACT

Shkvirko O. M. Environmentally safe biological reclamation technologies using sewage sludge.

Dissertation for the degree Doctor of Philosophy (PhD) on specialty 101 – Ecology. Lviv Polytechnic National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2020.

The dissertation research resolved important scientific and practical task setting the optimal conditions of use of the substrate based on sewage sludge for biological reclamation.

The experience of Ukraine and the world in the utilization of sewage sludge is analyzed. The most common methods of wastewater disposal in Ukraine and the world are identified. The experience of Ukraine and the world in carrying out biological reclamation is analyzed. The main directions of biological reclamation in Ukraine and the world are determined.

Monitoring studies of sewage sludge accumulated on the sludge field of Lviv wastewater treatment plant have been carried out. The content of mineral and organic matter, humidity and pH in the accumulated sewage sludge were determined. Microbiological studies on the content of pathogenic microorganisms in the accumulated sewage sludge has been conducted. It is established that the content of the investigated components in the accumulated sewage sludge meets the requirements of DSTU 7369: 2013. According to the results of monitoring studies, the dependence of the content and distribution of the studied components was established. It is established that the mineral content, as well as the content of active form of cadmium and the gross content of manganese directly depend on the depth of silt deposits. The content of active matter of nickel and zinc, as well as the gross content of copper, lead, nickel, cadmium, zinc and chromium depends on the content of organic matter. Humidity of sludge directly depends on the pH. In many selected samples the dependence of the content of active forms of heavy metals on their gross form was established.

Qualitative indicators of "fresh" sewage sludge are defined. The quality of the substrate based on "fresh" and "settled" sewage sludge by applying the method of

bioindication was determined. The influence of different substrate compositions on plant germination, growth and development has been studied.

It was found that the use of substrate based on "settled" sewage sludge and heat-treated "settled" sludge has a negative effect on the growth and development of barley, white mustard, and watercress.

When using a substrate based on "fresh" sewage sludge, it was found that plant growth does not occur in samples with a share of sewage sludge greater than 40%. According to the results of the study, it was found that when using a substrate with a content of sewage sludge of 20%, the average root growth is higher compared to samples with soil.

It was investigated that when adding natural sorbents to the composition, plant germination was observed in all studied substrates. It was found that the average germination rate in samples with zeolite is higher compared to samples without zeolite. When adding 7,5% and 10% of zeolite to the composition, the best indicators of germination of experimental plants in substrates with a sewage sludge content of 35 and 40% are observed. When zeolite was added to the composition in all variants of the substrate, the growth rates of the aboveground part of barley were higher in comparison with the control sample. According to the results of the study, the dependence in the change of geometrical parameters of plants on the components of the substrate was determined.

Laboratory tests of the substrate with the addition of two types of natural sorbents (zeolite and glauconite) were performed. The positive effect of the substrate with zeolite content on the germination of common barley was established. The positive effect of the substrate with glauconite content on the germination, growth and development of oatgrass was noted. The optimal composition of the substrate for biological reclamation is proposed.

Key words: disposal, reclamation, sewage sludge, natural sorbents, zeolite, glauconite, soil, substrate, bioindication.

СПИСОК ПРАЦЬ ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

В яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Shkvirko, O., Tymchuk, I. & Malovanyu, M. (2018). The use of bioinication to determine the possibility of sludge recovery after biological treatment of wastewater. *Environmental problems*, 3(4), 258-265.
2. Шквірко, О. М., Тимчук, І. С., Мальований, М. С. (2019). Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(2), 82–87.
3. Shkvirko, O., Tymchuk, I., Holets, N. & Malovanyu, M. (2019). Overview: The prospect of the use of energy crops for biological reclamation of disturbed lands. *Environmental Problems*, 4(2), 91-96.
4. Tymchuk, I., Shkvirko, O., Sakalova, H., Malovanyu, M., Dabizhuk, T., Shevchuk, O., ... & Vasylynych, T. (2020). Wastewater a Source of Nutrients for Crops Growth and Development. *Journal of Ecological Engineering*, 21(5), 88-96.

Які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Шквірко, О. М., Тимчук, І. С. & Мальований, М. С. (2017). Використання техногенних відходів для рекультивації (ремедіації) порушених земель. Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Ідеї академіка В. І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки», Кременчук, 1-3 червня 2017 року, с. 101.
6. Шквірко, О. М. & Тимчук, І. С. (2017). Біологічна рекультивація порушених земель із використанням добрив з техногенних відходів. Збірник матеріалів «Сталий розвиток – погляд у майбутнє», Львів, 15 вересня 2017 року, с. 22.
7. Шквірко, О. М. & Тимчук, І. С. (2017). Відновлення порушених земель застосуванням техногенних відходів для їх біологічної рекультивації. Збірник тез доповідей Міжнародного студентського наукового форуму «Студентська молодь і науковий прогрес в АПК», Львів, 20-22 вересня 2017 року, 31-32.

8. Тимчук, І., Мальований, М. & Шквірко, О. (2018). Вплив капсульованих мінеральних добрив на агроландшафти. Матеріали Міжнародного наукового симпозиуму «Сталий розвиток – стан та перспективи», Львів-Славське, 28 лютого – 3 березня 2018 року, 141-142.
9. Іващишин, Я. А., Тимчук, І. С., Шквірко, О. М., Мальований, М. С. & Попович, В. В. (2018). Трансформація осадів відпрацьованого активного мулу в субстрат для біологічної рекультивації техногенно порушених земель. Збірник матеріалів 5-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», Львів 26-29 вересня 2018 року, с. 75.
10. Шквірко, О. М., Тимчук, І. С., Іващишин, Я. А., Мальований, М. С. & Біннер, Е. (2018). Біотестування експериментального субстрату на основі ґрунту та техногенних відходів. Збірник матеріалів 5-го Міжнародного конгресу «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування», Львів 26-29 вересня 2018 року, с. 155.
11. Shkvirko, O., Tymchuk, I. & Malovanyu, M. (2018). Creation of a substrate for biological reclamation from used sewage sludge. The materials of 8-th International Joint Youth Science Forum «Litteris et Artibus» & 13-th International Conference «Young Scientists Towards the Challenges of Modern Technology», Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, 22-24 November 2018, 318-319.
12. Шквірко, О. & Тимчук, І. (2019). Можливість використання енергетичних культур для рекультивації порушених територій. Збірник тез доповідей міжнародного студентського наукового форуму «Студентська молодь і науковий прогрес в АПК», Львів, 17-19 вересня 2019 року, с. 28.
13. Shkvirko, O. M., Tymchuk, I. S. & Malovanyu, M. S. (2019). Substrate creation from sewage sludge for biological reclamation of land. Сборник тезисов: 16-й международный молодежный научно-экологический форум стран Балтийского региона «Экобалтика», Гданьск 7-9 октября 2019 года, 92-94.

- 14.Шквірко, О. М., Тимчук, І. С. & Мальований, М. С. (2019). Осад стічних вод – компонент субстрату для проведення біологічної рекультивації земель. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Водопостачання та водовідведення: проектування, будова, експлуатація, моніторинг», Львів, 23-25 жовтня 2019 року, 250-251.
- 15.Shkvirko, O., Tymchuk, I. & Malovanyu, M. (2019). Substrate creation from sewage sludge for biological soil remediation. Proceedings of the IX International Scientific Conference of young scientists, graduates, master and PhD students “Actual Environmental Problems”, Minsk, Republic of Belarus 21-22 November 2019, 216-217.
- 16.Shkvirko, O., Tymchuk, I. & Malovanyu, M. (2019). Man-Made Wastes – Basis For Biological Reclamation. Proceedings of 9th International Youth Science Forum «Litteris et Artibus», Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, 21-23 November 2019, 220-225.
- 17.Шквірко, О. М., Тимчук, І. С. & Мальований, М. С. (2019). Використання субстрату на основі осадів стічних вод для біологічної рекультивації порушених земель. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека об’єктів туристично-рекреаційного комплексу», Львів, 5-6 грудня 2019 року, 133-134.
- 18.Шквірко, О., Тимчук, І. & Мальований, М. (2020). Субстрат на основі осадів стічних вод та його вплив на культурні рослини. Матеріали II Міжнародного наукового симпозиуму «Сталий розвиток – стан та перспективи», Львів-Славське, 12-15 лютого 2020 року, 87-88.
- 19.Тимчук, І., Голець, Н., Середа, А. & Шквірко, О. (2020). Біологічна рекультивація порушених земель та можливість використання в ній енергетичних культур. Матеріали II Міжнародного наукового симпозиуму «Сталий розвиток – стан та перспективи», Львів-Славське, 12-15 лютого 2020 року, 93-94.
- 20.Шквірко, О. М. & Мальований, М. С. (2020). Вплив субстрату на основі осадів стічних вод на ріст та розвиток культурних рослин. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Авіація, промисловість,

суспільство», присвяченої 60-річчю КЛК ХНУВС, Кременчук, 14 травня 2020 року, 343-345.