



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304847>

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ НІТРОЦЕЛЮЛОЗИ З МОРСЬКОЇ ТРАВИ

Кіра МАЛИШОК¹, Оксана ПАВЛЕНКО¹,
Варвара ЩИГОТ², Ольга КРУТОВА-ОНИКІЄНКО²

¹Шосткинський інститут Сумського Державного Університету
вул. Леоніда Каденюка, 1, м. Шостка, 41100, Україна

²Шосткинська спеціалізована школа I-III ступенів №1
вул. Чернігівська, 10, м. Шостка, 41100, Україна

e-mail: kiramalyalexandrovna@gmail.com

Анотація

Роботу присвячено дослідженню можливості утилізації берегових покладів морської трави *Zostera Marina* з отриманням актуального енергонасиченого матеріалу – нітроцелюлози. В роботі проведено літературний пошук за напрямком – використання нетрадиційної рослинної сировини у виробництві нітроцелюлози. Для отримання целюлози з морської трави було обрано органо-сольвентний метод, як такий, що має мінімальний вплив на навколишнє середовище в процесі використання. У якості сировини використовувалися промиті зразки покладів сухої морської трави з узбережжя Каркінітської затоки. Обраним методом була отримана целюлоза, та досліджена на вміст α -целюлози, який склав 75 %. Нітрування целюлози проводилося в лабораторних умовах з використанням потрійної нітруючої суміші.

Отримані зразки нітроцелюлози досліджені з використанням хімічних та інструментальних методів. Вміст нітрогену в зразках склав 11.95%. За результатами роботи доведено можливість використання берегових покладів морської трави *Zostera Marina* у якості альтернативної сировини для виготовлення нітроцелюлози. Це сприятиме очищенню берегової лінії від накопичених покладів морської трави та водночас створює джерело альтернативної сировини для отримання нітроцелюлози, яка є важливою складовою вибухових речовин, необхідних в період війни.

Ключові слова: морська трава, *Zostera Marina*, целюлоза, органо-сольвентний метод, нітроцелюлоза.

Берегові поклади морської трави вздовж узбережжя Чорного та Азовського морів погіршують зовнішній вигляд пляжів та ускладнюють доступ до води. Великі накопичення потребують постійного видалення з території пляжів та подальшої утилізації. Одним з напрямків такої утилізації може бути використання покладів морської трави для отримання целюлози а також продуктів її хімічної переробки, зокрема, нітроцелюлози, якої так потребує сучасна хімічна та оборонна промисловість.

Існуюча проблема сировинного забезпечення виробництва затребуваних промисловістю марок нітроцелюлози вимагає пошуку нових сировинних джерел для їх отримання. Традиційно нітроцелюлозу отримують з бавовняної целюлози, вирощування якої потребує

значних ресурсів. Окрім бавовни, для виготовлення нітроцелюлози також використовується деревина, що призводить до вирубки лісів та шкодить довкіллю. В даний час бавовна є дорогою імпоротною сировиною, а виробництво деревної целюлози досягло критичного рівня.

Одним з нестандартних джерел сировини є морська трава. Вона є відновлювальним ресурсом, не потребує великих площ для вирощування, росте у великих кількостях, не конкурує з продовольчими культурами і має достатню кількість целюлози, яка є основою для виробництва нітроцелюлози. Використання морської трави у хімічній промисловості для виробництва нітроцелюлози є актуальним напрямом досліджень у зв'язку з поглибленням проблем екологічного забруднення та пошуку альтернативних, екологічно чистих джерел сировини.

Умови війни потребують підвищення обороноздатності України, але відсутність боєприпасів та власного виробництва зброї ускладнює ситуацію. Власне виробництво боєприпасів, зокрема пороху, може значно підвищити потенціал армії.

Метою даного дослідження було оцінити потенціал використання берегових покладів морської трави *Zostera marina* у якості альтернативної сировини для отримання нітроцелюлози. Це може значно здешевити процеси виробництва нітроцелюлози з подальшим її використанням як енергетичної основи нітроцелюлозних порохів, ракетних палив, компоненту лакофарбової продукції, для виготовлення оптичних прозорих плівок, біологічних індикаторів, напівпроникних мембран, селективних сорбентів, нітролаків спеціального призначення.

Камка - *Zostera marina* - зростає на мілководді по узбережжю Більшості країн світу. Вона щороку виноситься на берег хвилями і у великій кількості скупчується щільним шаром на береговій лінії. За результатами аналізу внутрішньої структури волокон морської трави в роботі [1] вони складаються з ~57% целюлози, ~38% нецелюлозних полісахаридів (переважно ксилан) і ~5 % залишкової речовини.

Зважаючи на вище перераховані особливості особливу увагу привертає можливість використання берегових покладів *Zostera marina* для отримання целюлози та продуктів її хімічної переробки, зокрема нітроцелюлози.

В теперішній час у якості альтернативної сировини для отримання похідних целюлози розглядалися рисової лушпайки, багас, бавовна, джут, пенька, льон, бамбук, сизаль, манільська пенька, солома, стержні кукурудзяного качана, кокосові нитки, водорості, мікробні матеріали, та їхні суміші [2].

В попередніх дослідженнях [3] було розроблено технологію отримання паперових виробів з використанням у якості сировини покладів морської трави. Ця технологія була запатентована [4]. Враховуючи сучасний стан хімічної та оборонної промисловості, зокрема дефіцит сировини для виробництва безпосередньо целюлози та її похідних, на базі Шосткинського інституту органо-сольвентним методом було отримано зразки целюлозної сировини з метою її подальшої хімічної переробки [5]. За результатами хімічного аналізу вмість α -целюлози в отриманих зразках склав близько 75%. Зразки целюлози з морської трави були оброблені нітруючою сумішшю за однією з методик отримання нітратів целюлози [6].

Нітрування проводиться потрійною сумішшю: нітратна кислота - сульфатна кислота – вода. Процес нітрування - зворотний, тому, чим менше води у суміші, тим повніше і швидше йде реакція. Якщо вміст води більше 25%, реакція не йде зовсім. Для зв'язування води використовується сульфатна кислота. Підвищення кількості сульфатної кислоти знижує і в'язкість нітратів, особливо з підвищенням температури процесу. Концентрація нітратної та сульфатної кислоти для приготування нітруючої суміші складала 65 та 90 % відповідно. Нітрування відбувалося у витяжній шафі протягом 60 хв за температури 20 °C з подальшою стабілізацією 1%-им розчином соди гідрокарбонату натрію протягом 10-15 хвилин [7].

Визначення вмісту нітрогену в нітроцелюлозі проводили шляхом омилення нітратів целюлози концентрованою сульфатною кислотою і відновлення нітратної кислоти, яка утворилася, розчином сульфату заліза (II) до окису нітрогену, яка з надлишком останнього утворює комплексну сполуку $\text{Fe}(\text{NO})\text{SO}_4$, забарвлюючи розчин у жовто-рожевий колір [2]. За результатами хімічного аналізу вміст нітрогену склав 11,95 %.

Отримані зразки целюлози та нітроцелюлози досліджувалися з використанням методом інфрачервоної спектроскопії Фур'є. Паралельно було отримано ІЧ-спектр колоксиліну (рис. 1).

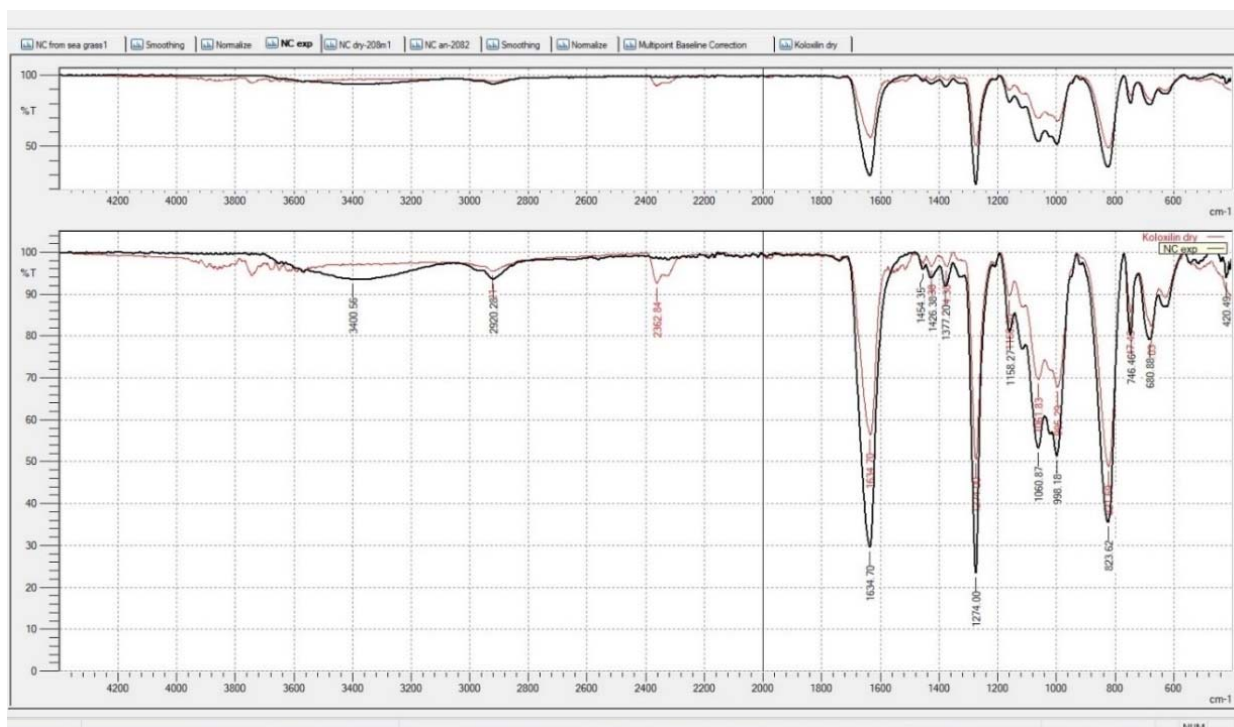


Рис. 1. ІЧ спектр нітроцелюлози з морської трави *Zostera Marina* (чорна лінія), ІЧ спектр колоксиліну (червона лінія)

В результаті порівняння спектрів целюлози з морської трави та бавовняної целюлози виявлено наявність функціональних груп (характеристичні частоти $3570\text{--}3125\text{ cm}^{-1}$, $2940\text{--}2860\text{ cm}^{-1}$, 1650 cm^{-1} , 1430 cm^{-1} , 1370 cm^{-1} , 1340 cm^{-1} , 1160 cm^{-1} , 1110 cm^{-1} , 1060 cm^{-1} відповідно), характерних для целюлози як у дослідного зразку, так і у бавовняної целюлози. Порівняння отриманих спектрів зразку нітроцелюлози зі спектром штатного колоксиліну Н показує збіг основних характеристичних частот: $1660\text{--}1630$, $1280\text{--}1270$, $823\text{--}817$, $745\text{--}738$, $689\text{--}680\text{ cm}^{-1}$, що відповідають за коливання нітрогруп.

Додатково зразки нітроцелюлози були досліджені методом термогравіметричного аналізу (рис. 2).

На термограмі можна спостерігати екзотермічний ефект пов'язаний з активною втратою маси за температури $\sim 165^\circ\text{C}$, що відповідає температурі спалаху піроксиліну та свідчить про високий відсоток вмісту нітрогену у зразку.

Отже, отримані дані підтверджують потенціал морської трави *Zostera Marina* як альтернативного джерела сировини для хімічної промисловості.

Висота піків ІЧ спектрів та екзотермічний ефект на термограмі свідчать про достатньо високий вміст нітрогену у зразках нітроцелюлози. Однак за результатами хімічного аналізу

вмість α -целюлози в отриманих зразках целюлози є недостатнім для одержання високоякісного продукту. Тож технологія потребує подальшого вдосконалення.

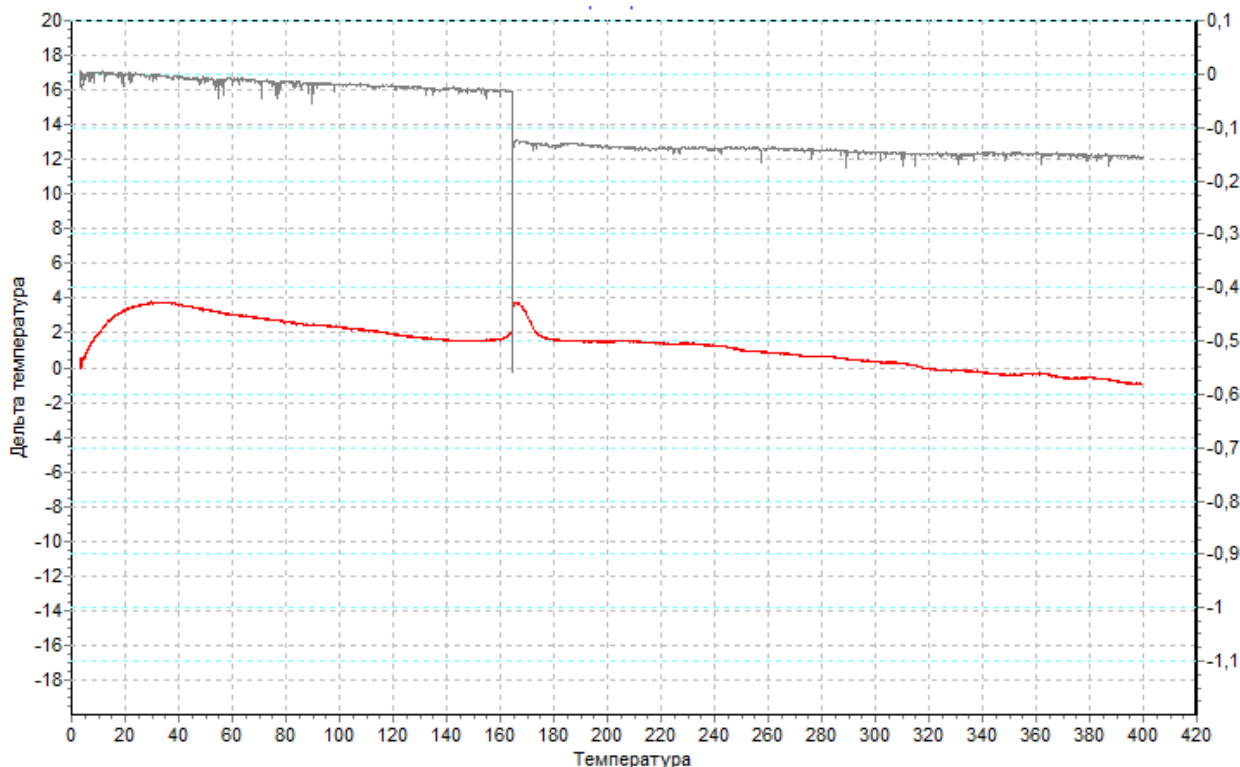


Рис. 2. Термограма нітроцелюлози з морської трави *Zostera Marina*

Можливі подальші дослідження у цьому напрямку спрямовані на встановлення оптимальних параметрів процесів переробки морської трави на нітрати целюлоз задля отримання продукції високої якості. Результатом роботи може стати розробка нової технології отримання необхідних у воєнний час нітратів целюлози, що одночасно сприятиме зменшенню екологічного навантаження на узбережжя морів від накопичених покладів морської трави.

Література

1. Davies, P., Morvan, C., Sire, O., and Baley, C. (2007). Structure and properties of fibres from sea-grass (*Zostera marina*). *J. Mater. Sci.* 42, 4850–4857. doi: 10.1007/s10853-006-0546-1
2. Барбаш В.А., Дейкун І.М. Хімія рослинних полімерів/. Навчальний посібник. За редакцією В.А. Барбаша. - Київ: «Каравела», 2018.- 440 с.
3. Лобунець Д.С. Дослідження можливості використання камки *zostera marina* у якості альтернативної сировини целюлозно- паперової промисловості / Д.С. Лобунець, С.В. Артемцева, М.Ю. Мечик, О.В. Павленко / Матеріали XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (20 - 21 травня 2021 р., м. Київ) / Укладач Д. Е. Бенатов. — К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021 11.
4. Патент на корисну модель № 153957 Спосіб виготовлення паперу з морської трави 27.09.2023, бюл. № 39
5. Щигот В.Т. Дослідження можливості отримання целюлози з морської трави / В.Т. Щигот, О.О. Крутова-Онїкеєнко, К.О. Малишок, / Освіта, наука та виробництво: розвиток і

перспективи: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 25 квітня 2024 р. – Суми: СумДУ – С. 28-29.

6. Курта С.А. Хімія і технологія високомолекулярних сполук. Навчальний посібник. С.А. Курта, В.С. Курганський – ІваноФранківськ: Видавництво «Плай» ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. – 291 с.

7. Технологія виробництва етерів та естерів целюлози. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології» / І. М. Дейкун, І. В. Трембус, Р.І. Черьопкіна; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 0,20 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 52 с.

8. Інструментальні методи хімічного аналізу [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» спеціалізації «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Л.М. Спасьонова, В.Ю. Тобілко, І.В. Пилипенко. – Електронні текстові данні (1 файл: 1,85 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 69 с.

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING NITROCELLULOSE FROM SEAGRASS

Kira MALISHOK

Shostka Institute of Sumy State University, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0009-3433-0212>

Oksana PAVLENKO

Shostka Institute of Sumy State University, Ukraine

<https://orcid.org/0009-0005-5568-2832>

Varvara SHCHYGOT

Shostka Specialized School of I-III Degrees No. 1, Ukraine

Olga KRUTOVA-ONYKYENKO

Shostka Specialized School of I-III Degrees No. 1, Ukraine

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.304847>

Keywords: *sea grass, Zostera Marin, cellulose, organo-solvent method, nitrocellulose.*

Abstract

The research is dedicated to exploring the possibility of utilizing coastal deposits of sea grass *Zostera Marina* for obtaining a relevant energy-rich material - nitrocellulose. The literature search was conducted on the topic of using unconventional plant raw materials in nitrocellulose production. The organo-solvent method was chosen for cellulose extraction from sea grass, which has minimal environmental impact during its use. Washed samples of dry sea grass deposits from the coast of the Karkinitzka Bay were used as raw material. Cellulose was obtained using the selected method and analyzed for the content of α -cellulose, which amounted to 75%. Nitration of cellulose was carried out in laboratory conditions using a triple nitrating mixture. The obtained samples of nitrocellulose were analyzed using chemical and instrumental methods. The nitrogen content in the samples was 11.95%. The results of the study have demonstrated the possibility of using coastal deposits of sea grass *Zostera Marina* as an alternative raw material for nitrocellulose production. This will contribute to the cleaning of the coastline from accumulated sea grass deposits and, at the same time, create a source of alternative raw materials for obtaining nitrocellulose, which is an important component of explosives needed during wartime.