



Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство»
пам'яті д-ра Дмитра СТЕФАНІШИНА
(12 червня 2025 р., м. Київ, Україна)

Proceedings of the XXV International Science Conference
«Ecology. Human. Society»
dedicated to the memory of Dr. Dmytro STEFANYSHYN
(June 12 2025, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2025.331169>

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ОТРИМАННЯ КАРБОНІЗОВАНОГО МАТЕРІАЛУ ІЗ БІОВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

Ольга ЗАБНЄВА¹, Дмитро ПІНЧУК², Сергій СМОЛІН¹, Ольга ШВИДЕНКО¹

¹Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України

бульв. Вернадського 42, Київ, 03142, Україна

²Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського

Берестейський проспект, 37, Київ, 03056, Україна

e-mail: zabov369@gmail.com

Анотація

В роботі описано процес отримання біовугілля з різних видів біовідновлювальної сировини (березової деревини, шкаралупи волоського горіху). Представлено результати аналізу фізико-хімічних та сорбційних характеристик карбонізованого матеріалу. Показано вплив температурних режимів на зародження мікропористості та перспективність використання біовугілля для отримання ефективного адсорбційного матеріалу, як альтернативи сорбентам на основі викопного вугілля.

Ключові слова: біовугілля, карбонізація, сорбент, пористість, сировина.

Одним із актуальних напрямів сучасної науки є розробка ефективних і екологічно безпечних адсорбентів з відновлюваної сировини [1]. Зростаючий попит на сорбційні матеріали, зокрема в екологічних та водоочисних технологіях, актуалізує питання заміни викопного вугілля альтернативними матеріалами [2,3]. На сьогодні біовугілля, отримане в процесі піролізу органічної сировини, є одним із найбільш перспективних варіантів завдяки низькій вартості, доступності сировини та задовільним сорбційним властивостям [4,5].

Мета роботи – дослідити вплив температури піролізу, часу витримки та виду біовідновлюваної сировини (березова деревина та шкаралупа волоського горіху) на фізико-хімічні та сорбційні характеристики карбонізованого матеріалу, з метою подальшого використання його як потенційного сорбенту.

Наукова новизна полягає у встановленні залежності між структурою сировини та пористістю одержаного біовугілля, а також в оцінці впливу температурно-часових параметрів піролізу на сорбційну активність матеріалу.

В якості сировини були обрані відходи обробки деревини, а саме берези, та побічний продукт переробки волоського горіху (шкаралупи), які є досить поширеними на території України. Так як береза відноситься до м'яких порід дерев, а шкаралупа є щільним і твердим матеріалом, це дозволить оцінити вплив структури початкової сировини на фізико-хімічні та структурні характеристики отриманого біовугілля [6].

Піроліз здійснювали в спеціально створеній лабораторній установці, у закритій атмосфері (інертне середовище, без доступу повітря). Швидкість нагріву становила приблизно 10 °С хв⁻¹.

Процес обробки вихідної сировини включав попереднє подрібнення, просіювання і завантаження у блок сушки, в який подають теплоносій з топки. Після одержання піролізних газів процес спалювання ведуть автономно без використання сторонніх продуктів горіння. Вихідний біоматеріал сушать при температурі 60-250 °С. Далі висушений біоматеріал переміщують в блок піролізу. Піроліз проводять при температурі 400-800 °С. У блоці піролізу відбувається газифікація і утворення біовугілля, яке в подальшому охолоджується сухим способом в інертній атмосфері.

Визначення фізико-хімічних характеристик проводили відповідно до стандартів ISO та ASTM, зокрема: вологість (ISO 18134-2), зольність (ISO 18122), адсорбційну активність за метиленовим синім (ASTM D4607) та йодом (ASTM D4607-94).

Кожне визначення проводили у трьох паралельних дослідах. Статистичну обробку здійснювали з використанням критерію Стюдента ($p < 0,05$).

У межах цього дослідження визначали вплив фракційного складу та виду вихідної сировини на фізико-хімічні характеристики отриманого карбонізованого продукту: отриманий із березової тріски – кусковий (БК) та порошкоподібний (БПп); отриманий при різних температурах (410, 650, 800 °С) та часу (1, 2, 3 год) піролізу із шкаралупи волоського горіху – подрібнений (ШП) (ШП410-1, ШП650-1, ШП650-2, ШП650-3, ШП800-1 та ШП800-2). Фізико-хімічні характеристики отриманих карбонізованих продуктів представлені в таблиці.

Таблиця 1. Фізико-хімічні характеристики карбонізованих продуктів, отриманих із березової тріски та шкаралупи волоського горіху

Карбонізований продукт	Фракція, мм	Вологість, %	Насипна щільність, г см ⁻³	Зольність, %	Адсорбційна активність за:	
					йодом, мг г ⁻¹	метиленовим синім, мг г ⁻¹
БК650-1	0,25-2,0	7,5	0,17	2	254	85
БПп650-1	<0,1	6,9	0,43	6	268	130
ШП410-1	0,5-2,2	<1	0,56	1,5	85	<2
ШП650-1			0,55		250	
ШП650-2			0,55		290	
ШП650-3			0,55		290	
ШП800-1			0,53		340	
ШП800-2			0,53		410	

Встановлено, що фракційний склад та вид початкової сировини впливають на фізико-хімічні та структурні властивості отриманого біовугілля. Досліджуваний температурний режим дозволяє отримувати початкову мікропористість карбонізованого матеріалу. Біовугілля на основі березової деревини має наявність більш широких мікропор (супермікропор), ніж у випадку твердішої за структурою шкаралупи. Збільшення часу піролізу не призводить до суттєвого зростання адсорбційної активності та появи нових супермікропор.

Таким чином отримані дані свідчать про перспективність застосування отриманого карбонізованого матеріалу як бази для створення активованого сорбенту.

Література

1. Bae W., Kim J., Chung J. Production of granulated activated carbon from food-processing wastes (walnut shells and jujube seeds) and its adsorptive properties. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2014. **64**(8). P. 879–886.
2. Vale A. C., Leite L., Pais V., Bessa J., Cunha F., Figueiro R. Extraction of natural-based raw materials towards the production of sustainable man-made organic fibres. *Polymers*. 2023. **15**(13). P. 2873. DOI: 10.3390/polym15132873
3. Noor A., Khan S. A. Agricultural wastes as renewable biomass to remediate water pollution. *Sustainability*. 2023. **15**(5). P. 4084. DOI: 10.3390/su15054084
4. Ahmad F., Daud W. M. A. W., Ahmad M. A., Radzi R. Cocoa (*Theobroma cacao*) shell-based activated carbon by CO₂ activation in removing of cationic dye from aqueous solution: Kinetics and equilibrium studies. *Chem. Eng. Res. Des.* 2012. **90**. P. 1480–1490.
5. Adsorption [Електронний ресурс] // Encyclopaedia Britannica. – Оновлено: 5 березня 2025. – Режим доступу: <https://www.britannica.com/technology/adhesive>
6. MyGreenLid. (n.d.). Birch Trees & Sustainability. Retrieved June 2, 2025, from <https://www.mygreenlid.com/post/birch-trees-sustainability>

CONDITIONS RESEARCH OF OBTAINING CARBONIZED MATERIAL FROM BIO RENEWABLE RAW MATERIALS

Olga ZABNEVA

A.V. Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry NAS of Ukraine
Academician Vernadsky blvd., 42, Kyiv, 03142, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0001-4670-085X>

Dmytro PINCHUK

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute,
37, Prospect Beresteyskyi, Kyiv, 03056, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0001-3398-4355>

Serhii SMOLIN

A.V. Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry NAS of Ukraine
Academician Vernadsky blvd., 42, Kyiv, 03142, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5026-6339>

Olga SHVYDENKO

A.V. Dumansky Institute of Colloid Chemistry and Water Chemistry NAS of Ukraine
Academician Vernadsky blvd., 42, Kyiv, 03142, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0002-4272-2899>

Abstract

The paper describes the process of obtaining biochar from various types of biorenewable raw materials (birch wood, walnut shells). The results of the analysis of the physicochemical and sorption characteristics of the carbonized material are presented. The influence of temperature regimes on the genesis of microporosity and the prospects of using biochar to obtain an effective adsorption material as an alternative to sorbents based on fossil coal are shown.

Keywords: biochar, carbonization, sorbent, porosity, raw material.