

ЗАЛУЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ ЯК АЛЬТЕРНАТИВИ НАФТОВІЙ ТА КОКСОХІМІЧНІЙ СИРОВИНІ У ВИРОБНИЦТВІ АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНІВ

© К.В. Шевченко¹, А.Б. Григоров²

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 61002, м. Харків, вул. Куртичова, 2, Україна

¹ Шевченко Кирило Володимирович, Ph.D. (техн. науки), докторант кафедри технології переробки нафти, газу та твердого палива (ТПНГ та ТП), ORCID: 0000-0002-4819-4663, Scopus ID: 57221911422, e-mail: drekstar2007@gmail.com

² Григоров Андрій Борисович, докт. техн. наук, проф., проф. кафедри ТПНГ та ТП, ORCID: 0000-0001-5370-7016, Scopus ID: 55894206900, e-mail: grigorovandrey@ukr.net

В статті розглянуто можливості залучення сільськогосподарських відходів як альтернативи нафтовій та коксохімічній сировині для виробництва компонентів автомобільних бензинів в Україні. Проаналізовано ресурсний потенціал біомаси, зокрема соломки зернових культур, кукурудзяних решток, лушпиння та інших лігно-целюлозних відходів, які можуть бути ефективно використані як джерело вуглеводнів для отримання моторних палив, зокрема автомобільних бензинів. Встановлено, що ключовим етапом є підготовка сировини, яка включає сортування, очищення, подрібнення, сушіння та грануляцію, що забезпечує однорідність і підвищує ефективність подальших процесів. Особливу увагу приділено методам активації біомаси, зокрема паровій обробці, яка сприяє руйнуванню лігноцелюлозної структури та підвищує доступність полісахаридів для гідролізу. Розглянуто два напрямки переробки біомаси – сільськогосподарських відходів. Один поєднує газифікацію, синтез Фішера – Тропіа та каталітичну модифікацію, інший – гідроліз і ферментацію. Перший дозволяє перетворити біомасу на алкілати (RON: 92–98 од.; MON: 84–89 од.), ізомерізати (RON: 82–92 од.; MON: 80–82 од.), каталізати (RON: 90–98 од.; MON: 82–85 од.) та риформати (RON: 95–100 од.; MON: 85–88 од.). Другий дозволяє отримувати спирти – етанол (RON= 108–109; MON = 88–90), бутанол (RON= 94–96; MON = 78–82) – із високими виходами (для етанолу: 85–95 %; для бутанолу: 60–65 %). Наведено технологічні особливості розділення та очищення продуктів ферментації. Показано, що отримані спирти можуть бути використані як безпосередні компоненти бензину або як сировина для подальшого синтезу вуглеводнів. Обґрунтовано необхідність стадій очищення та доведення продуктів, включаючи осушування, гідродесульфуризацію та адсорбційну очистку, що забезпечують відповідність сучасним екологічним і експлуатаційним вимогам до автомобільних бензинів. Зроблено висновок, що комплексне поєднання процесів підготовки, активації та переробки біомаси дозволяє створити ефективну технологію виробництва компонентів автомобільних бензинів із відновлюваної сировини, що є перспективним напрямом для підвищення енергетичної незалежності та екологічної безпеки України.

Ключові слова: сільськогосподарські відходи; біомаса; нафтова та коксохімічна сировина; автомобільний бензин; газифікація; синтез; каталітична модифікація; гідроліз; ферментація; етанол; бутанол.

Автор для листування А.Б. Григоров, e-mail: grigorovandrey@ukr.net

Рукопис надійшов до редакції 20.02.2026

Прийнято до публікації 30.03. 2026

Опубліковано 17.04.2026

Як цитувати:

1. Шевченко К.В. Залучення сільськогосподарських відходів як альтернативи нафтовій та коксохімічній сировині у виробництві автомобільних бензинів / К.В. Шевченко, А.Б. Григоров // Вуглехімічний журнал. – 2026. – № 2. – С. 18-28. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-2-18-28>

2. Shevchenko, K. V. & Grigorov, A. B. (2026). Zaluchennia silskohospodarskykh vidkhodiv yak alternatyvu naftovii ta koksokhimichnii syrovyni u vyrobnytstvi avtomobilnykh benzyniv. *Vuhlekhimichniy Zhurnal*, (2), 18–28. <https://doi.org/10.31081/1681-309X-2026-0-2-18-28>

Як отримати повний текст статті:

- протягом 2-х років від дати опублікування – за запитом на e-mail: post@ukhin.org.ua

- після 2-х років від дати опублікування – вільний доступ у базі даних «Наукова періодика України» НБУ ім.

Вернадського за посиланням:

http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?22ID=&I2IDBN=URN&P2IDBN=URN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=0&S21COLORTERMS=0&S21STR=ukhi

Бібліографічний список

1. Чехова І.В. Біоенергетична галузь і олійні культури / І. В. Чехова // *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. – 2023. – № 34. – 156-163.
2. Basera P. Lignocellulosic biomass: insights into enzymatic hydrolysis, influential factors, and economic viability / P. Basera, S. Chakraborty, N. Sharma // *Discov Sustain.* – 2024. – № 5. – P. 311. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00543-5>.
3. Baruah J. Recent Trends in the Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Value-Added Products / J. Baruah, B.K. Nath, R. Sharma, S. Kumar, R.C. Deka, D.C. Baruah, E. Kalita // *Front. Energy Res.* – 2018. – Vol. 6. – P. 141. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2018.00141>.
4. Dragusanu V. Evaluation of the Physical, Mechanical, and Calorific Properties of Briquettes with or without a Hollow Made of Wheat (*Triticum aestivum* L.) / V. Dragusanu, A. Lunguleasa, C. Spirchez // *Straw Waste. Appl. Sci.* – 2022. – Vol. 12. – P. 11936. <https://doi.org/10.3390/app122311936>.
5. Bioenergy Supply Chain Handbook. – BISOPLAN, 2012. URL: <https://www.bioenergyprof.eu/handbooks/bisoplan/html-files-en/03-02.html>
6. Mohammad Reza Ghaffariyan. Short review of collecting technologies and methods in forest harvesting residues recovery / Mohammad Reza Ghaffariyan // *Silva Balcanica.* – 2023. – Vol. 24. – Iss. 1. – P. 55-68. <https://doi.org/10.3897/silvabalcanica.24.e97620/>
7. Adnane I. Valorization of crop residues and animal wastes: Anaerobic co-digestion technology / I. Adnane, H. Taoumi, K. Elouahabi, K. Lahrech, A. Oulmekki // *Heliyon.* – 2024. – Vol. 10. – Iss. 5. – P. e26440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26440>.
8. Suardi A. Comparison between Two Strategies for the Collection of Wheat Residue after Mechanical Harvesting: Performance and Cost Analysis / A. Suardi, W. Stefanoni, S. Bergonzoli, F. Latterini, N. Jonsson, L. Pari // *Sustainability.* – 2020. – Vol. 12. – Iss. 12. – P. 4936. <https://doi.org/10.3390/su12124936/>
9. Marcelo B.W. Saad. Industrial pretreatment of lignocellulosic biomass: A review of the early and recent efforts to scale-up pretreatment systems and the current challenges / Marcelo B.W. Saad, Adilson R. Gonçalves // *Biomass and Bioenergy.* – 2024. – Vol. 190. – P. 107426. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2024.107426/>
10. Chen J. Physical–Chemical–Biological Pretreatment for Biomass Degradation and Industrial Applications: A Review / J. Chen, X. Ma, M. Liang, Z. Guo, Y. Cai; C. Zhu, Z. Wang, S. Wang, J. Xu, H. Ying // *Waste.* – 2024. – Vol. 2. – P. 451-473. <https://doi.org/10.3390/waste2040024>.
11. Vidal B.C. Jr. Influence of feedstock particle size on lignocellulose conversion - a review / B.C. Jr. Vidal, B.S. Dien, K.C. Ting, V. Singh // *Appl Biochem Biotechnol.* – 2011. – Vol. 164. – Issue 8. – P. 1405-21. <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9221-3>.
12. Zhang M. Biofuel manufacturing from woody biomass: effects of sieve size used in biomass size reduction / M. Zhang, X. Song, T.W. Deines, Z.J. Pei, D. Wang // *J Biomed Biotechnol.* – 2012. – Vol. 2012. – P. 581039. <https://doi.org/10.1155/2012/581039>.
13. Sun Y. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review / Y. Sun, J. Cheng // *Bioresour Technol.* – 2002. – Vol. 83. – Issue 1. – P. 1-11. [https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00212-7](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00212-7). PMID: 12058826.
14. Fernando Damián Barajas Godoy. The significance of biowaste drying analysis as a key pre-treatment for transforming it into a sustainable biomass feedstock / Fernando Damián Barajas Godoy, Marco A. Martínez-Cinco, José G. Rutiaga-Quiñones, Otoniel Buenrostro-Delgado, Jose Mendoza // *PeerJ.* – 2024. – P. 1-14. <https://doi.org/10.7717/peerj.18248>.
15. Taherzadeh M.J. Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: a review / M.J. Taherzadeh, K. Karimi // *International Journal of Molecular Sciences.* – 2008. – Vol. 94. – Iss. 9. – P. 1621–1651. <https://doi.org/10.3390/ijms9091621>.
16. Pawar P.P. Densification of biomass: Principles and technologies / P.P. Pawar, M. Kaur // *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* – 2019. – Vol. 110. – P. 515–531. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.039>.
17. Yali Gao Miao. Syngas Production from Biomass Gasification: Influences of Feedstock Properties, Reactor Type, and Reaction Parameters / Yali Gao Miao, Wang, Abdul Raheem, Fuchen Wang, Juntao Wei, Deliang Xu, Xudong Song, Weina Bao, Ankui Huang, Shu Zhang, Hong Zhang // *ACS Omega.* – 2023. – Vol. 8. – Iss. 35. – P. 31620–31631. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c03050>.
18. Осьмак О.О. Системний підхід до вирішення проблеми газифікації рослинної біомаси / О.О. Осьмак, О.О. Сьрьогін // *Харчова промисловість.* – 2011. – № 11. – С. 95-100.
19. Lillebo A. Fischer–Tropsch Synthesis at High Conversions on Al₂O₃-Supported Co Catalysts with Different H₂/CO Levels / A. Lillebo, E. Rytter, E. A. Blekkan, A. Holmen // *Ind. Eng. Chem. Res.* – 2017. – Vol. 56. – Iss. 45. – P. 13281–13286. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.7b01801>.
20. Jafar Shariati. Fischer–Tropsch synthesis using Co and Co–Ru bifunctional nanocatalyst supported on carbon nanotube prepared via chemical reduction method / Jafar Shariati, Ali Haghtalab, Amir Mosayebi // *Journal of Energy Chemistry.* – 2019. – Vol. 28. – P. 9-22. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2017.10.001>.
21. Anthony Andrews. Fischer–Tropsch fuels background (F–T to liquids) / Anthony Andrews, Jeffrey Logan // CRS Report RL34133, 2008. – 34 p. / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.everycrsreport.com/reports/RL34133.html>.
22. Alejandro Ayala-Cortés. Upgrading Fischer–Tropsch waxes to produce transport fuels by catalytic hydrocracking/isomerization: A review / Alejandro Ayala-Cortés, Christian Di Stasi, Daniel Torres, José Luis Pinilla,

Isabel Suelves // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2025. – Vol. 215. – P. 115633. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115633>.

23. Frątczak J. Hydrocracking of Heavy Fischer-Tropsch Wax Distillation Residues and Its Blends with Vacuum Gas Oil Using Phonolite-Based Catalysts / J. Frątczak, H. de Paz Carmona, Z. Tišler, J.M. Hidalgo Herrador, Z. Gholami // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. – Iss. 23. – P. 7172. <https://doi.org/10.3390/molecules26237172>.

24. Olsen T. An Oil Refinery Walk-Through / T. Olsen // *Chemical Engineering Progress*. – 2014. – Vol. 110. – Iss. 5. – P. 34-40.

25. Capolupo L. Green methods of lignocellulose pretreatment for biorefinery development / L. Capolupo, V. Faraco // *Appl Microbiol Biotechnol*. – 2016. – Vol. 100. – P. 9451–9467. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7884-y>.

26. Sun J. Review and perspectives of enhanced volatile fatty acids production from acidogenic fermentation of lignocellulosic biomass wastes / J. Sun, L. Zhang, K.C. Loh // *Bioresour. Bioprocess*. – 2021. – Vol. 8. – Issue 8. – P. 68. <https://doi.org/10.1186/s40643-021-00420-3>.

27. Parapouli M. *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications / M. Parapouli, A. Vasileiadis, A.S. Afendra, E. Hatziloukas // *AIMS Microbiol*. – 2020. – Vol. 6. – Iss. 1. – P. 1-31. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020001>.

28. Ingram L.O. Metabolic engineering of bacteria for ethanol production / L.O. Ingram, P.F. Gomez, X. Lai, M. Moniruzzaman, B.E. Wood, L.P. Yomano, S.W. York // *Biotechnol Bioeng*. 1998 Apr 5;58(2-3):204-14. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0290\(19980420\)58:2/3<204::aid-bit13>3.0.co;2-c](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0290(19980420)58:2/3<204::aid-bit13>3.0.co;2-c).

29. Badia J.H. New Octane Booster Molecules for Modern Gasoline Composition / J.H. Badia, E. Ramírez, R. Bringué, F. Cunill, J. Delgado // *Energy Fuels*. – 2021. – Vol. 35. – Iss. 14. – P. 10949–10997. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.1c00912>.

30. Sebastian Verhelst. Methanol as a fuel for internal combustion engines / Sebastian Verhelst, James W.G. Turner, Louis Sileghem, Jeroen Vancoillie // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2019. – Vol. 70. – P. 43-88. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2018.10.001>.

31. EN 228:2025 Automotive fuels — Unleaded petrol — Requirements and test methods. European Committee for Standardization. Retrieved February 20, 2026. – 21 p. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/05626b8c-ce8d-409d-a02d-b7bba8071b02/en-228-2025>.