

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2026.4.7>

Received: 11.09.2026
Revised: 28.09.2026
Accepted: 30.09.2026
Published: 05.10.2026

Юрій ІЛЛЯШЕНКО¹, Валерій ЄФІМЕНКО²

¹ Національний університет «Київський авіаційний інститут», Україна

² Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

УДК 621.436

МОДИФІКАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИННИХ МОТОРНИХ ОЛИВ

Мета. Метою дослідження є оцінювання впливу хімічної модифікації ріпакової олії на її експлуатаційні властивості та визначення перспектив використання як відновлюваного компонента мастильних матеріалів для малих двотактних двигунів.

Методика. Досліджено рафіновану ріпакову олію та її 2-етилгексилловий естер, отриманий у двостадійному процесі перетворення тригліцеридів. Кінематичну в'язкість визначали капілярним методом за ISO 3104:2023 при 40 і 100 °C із використанням віскозиметра ВПЖ-2 з капіляром 1,31 мм та термостата КВ-002. Біорозкладність оцінювали за виділенням CO₂ у водному аеробному середовищі. Еталоном слугувала мінеральна олива MOTUL 100 2T. Оцінювання проводили у порівняльних умовах для вихідної та модифікованої оливи, що дало змогу встановити вплив етерифікації на основні характеристики матеріалу та визначити зміни його експлуатаційного потенціалу для подальшого обґрунтування можливості застосування у двигунах.

Результати. Після модифікації в'язкість знизилася на 82,9% при 40 °C та на 73,2% при 100 °C. Індекс в'язкості зріс із 216 до 224, а температура застигання знизилася з -12 до -31,3 °C. Порівняно з MOTUL 100 2T естер характеризується вищим індексом в'язкості та нижчою температурою застигання. Отримані результати свідчать, що хімічна модифікація суттєво знижує в'язкість ріпакової олії та покращує її плинність за низьких температур.

Наукова новизна. Встановлено, що перетворення ріпакової олії на 2-етилгексилловий естер дає змогу одночасно знизити в'язкість та суттєво покращити низькотемпературну плинність за збереження високого індексу в'язкості.

Практична значимість. Отриманий естер є перспективним відновлюваним компонентом мастильних матеріалів для малих двотактних двигунів. Для підтвердження придатності необхідні подальші трибологічні та моторні випробування.

Ключові слова: екологія; рослинна олива; біомастило; переетерифікація; епоксидування; показники якості оливи; індекс в'язкості; біорозкладність; трибологія; присадки.

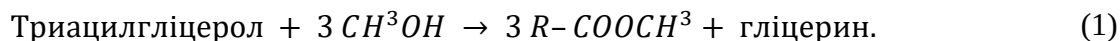
Вступ. Використання відновлюваної сировини для змащувальних матеріалів та палива стає дедалі важливішим, оскільки традиційні нафтопродукти пов'язані з виснаженням ресурсів та забрудненням навколишнього середовища [1–3]. Невеликі двотактні двигуни, що використовуються в мотоциклах, мопедах, тримерах, бензопилах та обладнанні для активного відпочинку, потребують змащувальних матеріалів, які можуть змішуватися з паливом, утворювати стабільну змащувальну плівку та підтримувати прийнятну в'язкість у широкому діапазоні температур [4].

Досліджено [5] що, ріпакова олія є привабливою відновлюваною сировиною, оскільки її склад жирних кислот забезпечує хороші змащувальні властивості та високий індекс в'язкості. Водночас, безпосереднє використання рослинної оливи в системі змащення двотактних двигунів обмежене її високою в'язкістю, чутливістю до окиснення та низькою текучістю за низьких температур. З цієї причини хімічне перетворення тригліцеридів вважається практичним способом отримання більш підходящої оливи на основі біологічних матеріалів [5–8].

Під час виробництва біодизелю тригліцериди перетворюються на метилові естери жирних кислот (FAME). Той самий перший етап перетворення може бути використаний як проміжний етап для виробництва змащувальних естерів, але кінцевий продукт та його застосування відрізняються. FAME в основному використовується як компонент палива, тоді

як естери вищих спиртів та поліольні естери можуть використовуватися як базові рідини для олів [9–11].

Як відомо [12], ріпакова олія складається переважно з тригліцеридів. На першому етапі перетворення тригліцерид реагує з метанолом та утворює метилові естери жирних кислот і гліцерин, що наведено у формулі 1 [12].



Ця реакція називається трансестерифікацією. У разі використання метанолу продуктами реакції є метилові естери жирних кислот (FAME), які є основними хімічними компонентами традиційного біодизельного палива. Зменшення розміру молекул порівняно з вихідними тригліцеридами зумовлює істотне зниження кінематичної в'язкості [9–13].

Для одержання естерної основи змащувального матеріалу метилові естери можуть на наступній стадії реагувати з 2-етилгексанолам [12]. Загальна схема реакції другої стадії наведена у формулі 2.



У результаті цієї хімічної трансформації гліцериновий фрагмент вихідного тригліцериду видаляється та заміщується окремими 2-етилгексиловими естерами жирних кислот. Розгалужена структура спиртового фрагмента знижує схильність молекул до кристалізації за низьких температур. Унаслідок цього [10–14] модифікований естер може характеризуватися нижчою температурою застигання та більш прийнятними характеристиками в'язкості для використання як основи змащувальних матеріалів.

Постановка завдання. Метою цього дослідження є порівняння основних показників якості необробленої ріпакової олії та хімічно модифікованого естеру ріпакової олії, а також оцінка їхньої придатності як відновлюваних компонентів змащувальних матеріалів для малих двотактних двигунів. Порівняння зосереджено на кінематичній в'язкості, індексі в'язкості, температурі застигання, термічній стабільності та біорозкладності. Як еталон використовується мінеральна двотактова олива MOTUL 100 2T.

Результати дослідження. У дослідженні для порівняння індексу в'язкості використано рафіновану ріпакову, касторову та соняшникову олії. Для мінерального еталона було обрано MOTUL 100 2T, оскільки це мінеральна олива, призначена для двотактних мотоциклів та мопедів з малим об'ємом двигуна. Олива MOTUL 100 2T відповідає вимогам API TC/JASO FB. Для основного порівняння розглядалися ріпакова олія та її 2-етилгексиловий естер. 2-етилгексиловий естер це – трансестерифікований естер, отриманий з ріпаку, з покращеними низькотемпературними властивостями та високим індексом в'язкості.

Кінематичну в'язкість визначали за температур 40 і 100 °C відповідно до ISO 3104:2023. Вимірювання проводили методом капілярної віскозиметрії із застосуванням скляного капілярного віскозиметра типу ВПЖ-2 з діаметром капіляра 1,31 мм, розміщеного в термостаті KB-002. Після досягнення заданої температури вимірювали час витікання певного об'єму зразка через капіляр. Кінематичну в'язкість обчислювали за формулою 3:

$$\nu = C \times t, \quad (3)$$

де ν – кінематична в'язкість, мм²/с;

C – калібрувальна стала віскозиметра, мм²/с²;

t – час витікання, с.

Індекс в'язкості визначали за результатами вимірювання кінематичної в'язкості за 40 і 100 °C відповідно до ISO 2909:2002. Якщо отриманий індекс в'язкості не перевищував 100, розрахунок виконували за формулою 4:

$$VI = \frac{L-U}{L-H} \times 100, \quad (4)$$

де U – кінематична в'язкість досліджуваного зразка за 40 °С;

L і H – табличні значення кінематичної в'язкості за 40 °С для еталонних олив з індексами в'язкості 0 і 100 відповідно, що мають таку саму кінематичну в'язкість за 100 °С, як досліджуваний зразок.

За значень індексу в'язкості понад 100 використовували формулу 5 згідно стандарту ISO 2909:2002.

$$VI = \frac{10^n - 1}{0,00715} + 100, \quad (5)$$

де показник ступеня n обчислювали за формулою 6:

$$n = \frac{\log H - \log U}{\log Y}, \quad (6)$$

де H – табличне значення кінематичної в'язкості за 40 °С для еталонної оливи з індексом в'язкості 100, яка має таку саму в'язкість за 100 °С, як і досліджуваний зразок;

U – кінематична в'язкість досліджуваної оливи при 40 °С.

Y – кінематична в'язкість досліджуваного зразка за 100 °С.

Температура застигання визначається відповідно до норм ISO 3016:2019. Густина визначалася згідно з ISO 12185:2024. Кислотне число визначалося згідно з ISO 6618:1997.

Біорозкладність визначають за ступенем аеробного біологічного розкладання органічної речовини у водному середовищі методом визначення CO_2 у газовій фазі відповідно до ISO 14593:1999. У випробуванні водне середовище з мінеральними поживними речовинами та інокулятом активного мулу контактує з досліджуваним зразком у герметичних посудинах. У методі парового простору з CO_2 згідно з ISO 14593:1999 інкубація зазвичай проводиться за температури 20–25 °С, і тест зазвичай триває до 28 днів. Таким чином, 28-денний період є стандартизованим періодом випробування, який використовується для оцінки кінцевого аеробного біорозкладу, але це не означає, що природний розклад завжди триває рівно 28 днів. Під час біологічного розкладання утворюється CO_2 , кількість якого визначають упродовж інкубації. Ступінь біорозкладності виражають у відсотках від теоретичної кількості CO_2 , розрахованої за вмістом органічного вуглецю у зразку, з урахуванням контрольного дослід.

Порівняльний аналіз показує, що основним обмеженням необробленої ріпакової олії є не її змащувальна здатність, а поєднання в'язкості, низькотекучості та чутливості до окиснення. Виявлено, що обрана ріпакова олія має кінематичну в'язкість 45,6 $\text{мм}^2/\text{с}$ за температури 40 °С та 10,07 $\text{мм}^2/\text{с}$ за температури 100 °С, з індексом в'язкості приблизно 216 (рис. 1). Її температура застигання становить -12 °С. Ці значення вказують на високий індекс в'язкості, але також показують, що пряме використання без модифікації може бути обмежене за низьких температурах навколишнього середовища.

Визначено, що, після перетворення на 2-етилгексиловий естер, отриманий з ріпаку, в'язкість за температури 40 °С знижується приблизно до 7,8 $\text{мм}^2/\text{с}$, а в'язкість за температури 100 °С – до 2,7 $\text{мм}^2/\text{с}$. Водночас індекс в'язкості збільшується приблизно до 224, а температура застигання знижується до -31,3 °С. Тому найважливішим покращенням є низькотемпературна поведінка: модифікований матеріал залишається текучим при значно нижчій температурі. Нижча в'язкість також покращує можливість дозування та змішування мастила в системах, де надмірна в'язкість була б небажаною (табл. 1).

Досліджено, що змащувальна здатність залежить від молекулярної полярності, адсорбції на металевих поверхнях та утворення граничної плівки. Тому придатність низьков'язкого біологічного естеру для конкретного двотактного двигуна має бути підтверджена випробуванням на двигуні або трибологічним випробуванням.

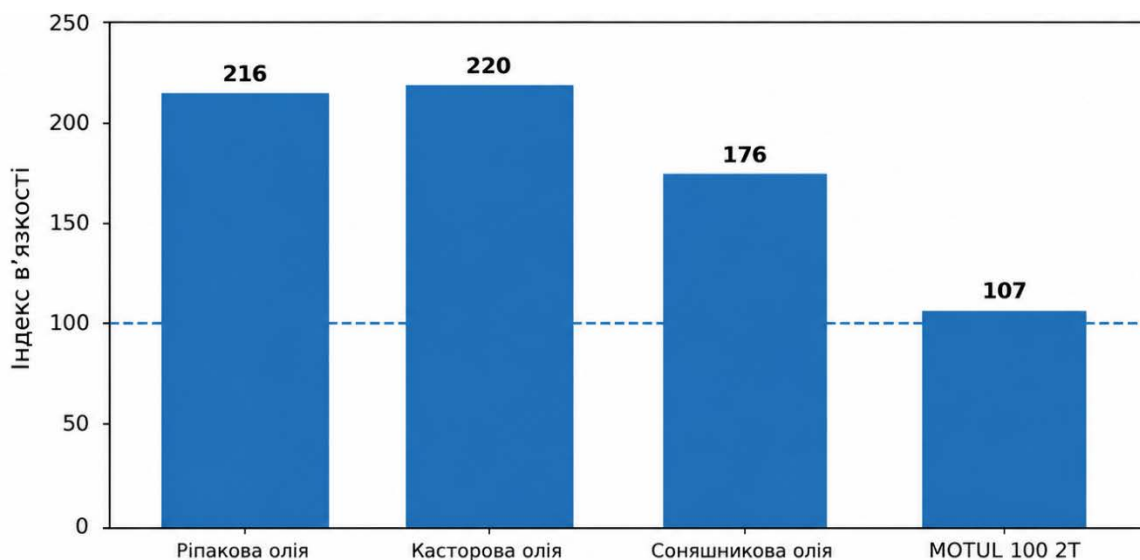


Рис. 1. Індекс в'язкості рослинних олив і MOTUL 100 2T

Таблиця 1

Основні показники якості досліджуваних олив

Матеріал / марка	ν_{40} , мм ² /с	ν_{100} , мм ² /с	Індекс в'язкості	Температура застигання, °С
Ріпакова олія, рафінована (Vioil)	45,6	10,07	216	–12
2-етилгексильовий естер ріпакової олії	7,8	2,7	224	–31,3
Касторова олія (NOW Foods)	220,6	19,72	220	–27
Соняшникова олія (Oleina)	40,1	8,65	176	–12
MOTUL 100 2T, мінеральна	77,9	9,9	107	–15

Примітка: ν_{40} і ν_{100} — кінематична в'язкість за температур 40 та 100 °С відповідно.

Найбільш помітною зміною після переестерифікації є зниження в'язкості. Для естеру, отриманого з ріпаку, в'язкість за температури 40 °С зменшується приблизно з 45,6 до 7,8 мм²/с. Це зниження становить 82,9%. За температури 100 °С в'язкість зменшується з 10,07 до 2,7 мм²/с, що становить 73,2%. Така зміна пов'язана із заміною великої молекули тригліцериду молекулами естеру з нижчою молекулярною масою.

Індекс в'язкості змінюється з 216 для базової ріпакової олії до 224 для 2-етилгексильового естеру. Збільшення помірне, але воно свідчить про те, що модифікований продукт зберігає хорошу в'язкісно-температурну поведінку. Що ще важливіше для обладнання для зовнішнього використання, температура застигання змінюється приблизно з –12 °С до –31,3 °С. Це відповідає покращенню приблизно на 19,3 °С і вказує на значно кращий запас текучості за низьких температур.

За результатами випробування ступінь біорозкладності рафінованої ріпакової олії становив 92,4%, тоді як для 2-етилгексильового естеру ріпакової олії – 88,7%. Отримані значення перевищують 60-відсотковий критерій, що використовується для оцінювання легкої біологічної розкладності за методом CO₂ у газовій фазі.

Ріпакова олія має дві пов'язані, але різні технологічні ролі. По-перше, її можна використовувати як сировину для біодизеля. Переестерифікація метанолу перетворює його тригліцериди на FAME, знижуючи в'язкість до діапазону, необхідного для використання в якості палива. По-друге, естери, отримані з ріпаку, можна використовувати як відновлювані

базові рідини для олив. У цьому випадку хімічна структура вибирається для одержання комбінації в'язкості, термічної стабільності та низькотемпературної поведінки, придатної для змащування.

Таблиця 2

Порівняння зміни якісних показників ріпакової олії після перетворення

Показник	Рафінована ріпакова олія	2-етилгексильовий естер ріпакової олії
Кінематична в'язкість за 40 °С, мм ² /с	45,6	7,8
Кінематична в'язкість за 100 °С, мм ² /с	10,07	2,7
Індекс в'язкості	216	224
Температура застигання, °С	-12	-31,3
Біорозкладність, %	92,4	88,7

Для двотактних двигунів олива зазвичай вводиться або через окрему систему впорскування оливи, або шляхом попереднього змішування з бензином, залежно від конструкції двигуна. Тому відновлюваний естер слід оцінювати не лише за в'язкістю, але й за змішуваністю з паливом, утворенням золи, схильністю до відкладень, стійкістю до окиснення та сумісністю з ущільненнями та матеріалами двигуна. Продукти, отримані з ріпаку, можна вважати перспективними компонентами, але кінцева рецептура повинна відповідати вимогам виробника двигуна.

Мінеральний еталон, MOTUL 100 2T, спеціально призначений для двотактних мотоциклів та мопедів з малим об'ємом двигуна. Його технічні дані за в'язкістю 77,9 мм²/с за температури 40 °С, 9,9 мм²/с за температури 100 °С, індекс в'язкості 107 та температуру застигання -15 °С. Порівняно з цим еталоном, необроблена ріпакова олія має значно вищий індекс в'язкості, але нижчу в'язкість за температури 40 °С. Модифікований ріпаковий естер має значно нижчу в'язкість та нижчу температуру застигання, що робить його низькотемпературну поведінку особливо привабливою.

Висновки. Ріпакова олія становить значний інтерес як сировинна база для одержання біодизельного палива та екологічних олив. До ключових технологічних переваг зазначеного об'єкта належать високі показники індексу в'язкості, виражена змащувальна здатність та інтенсивна біорозкладність у природних умовах. Необроблену ріпакову олію не можна використовувати як двотактну оливу, оскільки вона має відносно високу в'язкість, обмежену текучість за низьких температур та чутливість до окиснення.

Метод переестерифікації забезпечує практичний спосіб модифікації молекулярної структури. Перший етап перетворює тригліцериди на метилові естери жирних кислот. Друга стадія призводить до одержання естерів вищих спиртів, що можна використовувати як змащувальні матеріали. Модифікація ріпакової олії до стану 2-етилгексильового естеру забезпечила зниження в'язкості (за 40 °С) на 82,9%, при цьому зафіксовано зростання індексу в'язкості від 216 до 224, а температура застигання покращилася з -12 °С до -31,3 °С. За результатами випробування за ISO 14593:1999 ступінь біорозкладності рафінованої ріпакової олії становив 92,4%, а 2-етилгексильового естеру – 88,7% після 28 діб.

Виявлено, що модифікований ріпаковий естер має більш сприятливий низькотемпературний профіль та високий індекс в'язкості, порівняно з MOTUL 100 2T. Отже, 2-етилгексильовий естер можна використовувати, як компонент оливи, що потребує подальших досліджень.

References

Література

- Uppar, R., Dinesha, P., & Kumar, S. (2023). A critical review on vegetable oil-based bio-lubricants: Preparation, characterization, and challenges.
- Uppar R., Dinesha P., Kumar S. A critical review on vegetable oil-based bio-lubricants: preparation, characterization, and challenges. *Environment*,

- Environment, Development and Sustainability*, 25, 9011–9046. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02669-w>.
2. Hamnas, A., & Unnikrishnan, G. (2023). Bio-lubricants from vegetable oils: Characterization, modifications, applications and challenges – Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 182, 113413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113413>.
3. Salimon, J., Salih, N., & Yousif, E. (2010). Biolubricants: Raw materials, chemical modifications and environmental benefits. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112, 519–530. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900205>.
4. Heikal, E. K., Elmelawy, M. S., Khalil, S. A., & Elbasuny, N. M. (2017). Manufacturing of environment friendly biolubricants from vegetable oils. *Egyptian Journal of Petroleum*, 26, 53–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.03.003>.
5. Erhan, S. Z., Sharma, B. K., Liu, Z., & Adhvaryu, A. (2008). Lubricant base stock potential of chemically modified vegetable oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 8919–8925. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf801463d>.
6. Sharma, R. V., Somidi, A. K., & Dalai, A. K. (2015). Preparation and properties evaluation of biolubricants derived from canola oil and canola biodiesel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63, 3235–3242. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf505825k>.
7. McNutt, J., & He, Q. S. (2016). Development of biolubricants from vegetable oils via chemical modification. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 36, 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.02.008>.
8. Borugadda, V. B., & Goud, V. V. (2016). Improved thermo-oxidative stability of structurally modified waste cooking oil methyl esters for bio-lubricant application. *Journal of Cleaner Production*, 112, 4515–4524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.046>.
9. Mannekote, J. K., & Kailas, S. V. (2011). Experimental investigation of coconut and palm oils as lubricants in four-stroke engine. *Tribology Online*, 6, 76–82. DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.6.76>.
10. Reeves, C. J., Menezes, P. L., Jen, T. C., & Lovell, M. R. (2015). The influence of fatty acids on tribological and thermal properties of natural oils as sustainable biolubricants. *Tribology International*, 90, 123–134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.04.021>.
11. Reeves, C. J., Siddaiah, A., & Menezes, P. L. (2017). A review on the science and technology of natural and synthetic biolubricants. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 23, 9011–9046. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02669-w>.
2. Hamnas A., Unnikrishnan G. Bio-lubricants from vegetable oils: characterization, modifications, applications and challenges – review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2023. Vol. 182. Art. 113413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113413>.
3. Salimon J., Salih N., Yousif E. Biolubricants: raw materials, chemical modifications and environmental benefits. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2010. Vol. 112. P. 519–530. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.200900205>.
4. Heikal E. K., Elmelawy M. S., Khalil S. A., Elbasuny N. M. Manufacturing of environment friendly biolubricants from vegetable oils. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2017. Vol. 26. P. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.03.003>.
5. Erhan S. Z., Sharma B. K., Liu Z., Adhvaryu A. Lubricant base stock potential of chemically modified vegetable oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008. Vol. 56. P. 8919–8925. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf801463d>.
6. Sharma R. V., Somidi A. K., Dalai A. K. Preparation and properties evaluation of biolubricants derived from canola oil and canola biodiesel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63. P. 3235–3242. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf505825k>.
7. McNutt J., He Q. S. Development of biolubricants from vegetable oils via chemical modification. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2016. Vol. 36. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2016.02.008>.
8. Borugadda V. B., Goud V. V. Improved thermo-oxidative stability of structurally modified waste cooking oil methyl esters for bio-lubricant application. *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 112. P. 4515–4524. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.046>.
9. Mannekote J. K., Kailas S. V. Experimental investigation of coconut and palm oils as lubricants in four-stroke engine. *Tribology Online*. 2011. Vol. 6. P. 76–82. DOI: <https://doi.org/10.2474/trol.6.76>.
10. Reeves C. J., Menezes P. L., Jen T. C., Lovell M. R. The influence of fatty acids on tribological and thermal properties of natural oils as sustainable biolubricants. *Tribology International*. 2015. Vol. 90. P. 123–134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2015.04.021>.
11. Reeves C. J., Siddaiah A., Menezes P. L. A review on the science and technology of natural and synthetic biolubricants. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*.

- and *Tribo-Corrosion*, 3, 11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40735-016-0069-5>.
12. Kulkarni, R. D., Deshpande, P. S., Mahajan, S. U., & Mahulikar, P. P. (2013). Epoxidation of mustard oil and ring opening with 2-ethylhexanol for biolubricants with enhanced thermo-oxidative and cold flow characteristics. *Industrial Crops and Products*, 49, 586–592. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.006>.
13. Cecilia, J. A., Ballesteros Plata, D., Alves Saboya, R. M., Tavares de Luna, F. M., Cavalcante, C. L., Jr., & Rodríguez-Castellón, E. (2020). An overview of the biolubricant production process: Challenges and future perspectives. *Processes*, 8, 257. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr8030257>.
14. Mobarak, H. M., Mohamad, E. N., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Al Mahmud, K. A. H., Habibullah, M., & Ashraful, A. M. (2014). The prospects of biolubricants as alternatives in automotive applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 34–43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.062>.
2017. Vol. 3. Art. 11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40735-016-0069-5>.
12. Kulkarni R. D., Deshpande P. S., Mahajan S. U., Mahulikar P. P. Epoxidation of mustard oil and ring opening with 2-ethylhexanol for biolubricants with enhanced thermo-oxidative and cold flow characteristics. *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 49. P. 586–592. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.006>.
13. Cecilia J. A., Ballesteros Plata D., Alves Saboya R. M., Tavares de Luna F. M., Cavalcante C. L., Jr., Rodríguez-Castellón E. An overview of the biolubricant production process: challenges and future perspectives. *Processes*. 2020. Vol. 8. Art. 257. DOI: <https://doi.org/10.3390/pr8030257>.
14. Mobarak H. M., Mohamad E. N., Masjuki H. H., Kalam M. A., Al Mahmud K. A. H., Habibullah, M., Ashraful A. M. The prospects of biolubricants as alternatives in automotive applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. Vol. 33. P. 34–43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.062>.

ILLIASHENKO YURII

PhD Student, Department of Chemical
Technology and Engineering,
National University "Kyiv Aviation Institute", Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-6114-2968>
e-mail: 4582435@stud.kai.edu.ua

YEFYMENKO VALERII

PhD in Technical Sciences,
Associate Professor, Department of General,
Organic and Physical Chemistry,
National University of Life and Environmental
Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-4903-6173>
E-mail: v.yefymenko@nubip.edu.ua

Yurii ILLIASHENKO¹, Valerii YEFYMENKO²

¹ National University "Kyiv Aviation Institute", Ukraine

² National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**MODIFICATION OF THE OPERATIONAL PROPERTIES
OF VEGETABLE-BASED ENGINE OILS**

Purpose. The study aims to evaluate the effect of chemical modification of rapeseed oil on its performance properties and its potential as a renewable component of lubricants for small two-stroke engines.

Methodology. Refined rapeseed oil and its 2-ethylhexyl ester, obtained through a two-stage conversion of triglycerides, were investigated. Kinematic viscosity was determined by the capillary method according to ISO 3104:2023 at 40 and 100 °C using a VPZh-2 viscometer with a 1.31 mm capillary and KV-002 thermostat. Biodegradability was evaluated by CO₂ evolution in an aqueous aerobic medium. MOTUL 100 2T mineral oil was used as the reference. Comparative evaluation of the initial and modified oils was performed to establish the effect of esterification on the main material properties and assess changes in its performance potential for subsequent application in engines.

Findings. After modification, viscosity decreased by 82.9% at 40 °C and by 73.2% at 100 °C. The viscosity index increased from 216 to 224, while the pour point decreased from -12 to -31.3 °C. Compared with MOTUL 100 2T, the 2-ethylhexyl ester has a higher viscosity index and a lower pour point. The results

show that chemical modification substantially reduces rapeseed oil viscosity and improves its low-temperature flow properties.

Originality. Conversion of rapeseed oil into 2-ethylhexyl ester simultaneously reduces viscosity and substantially improves low-temperature flow while maintaining a high viscosity index.

Practical value. The obtained ester is a promising renewable component of lubricants for small two-stroke engines. Further tribological and engine tests are required to confirm its suitability. Further evaluation of the ester in renewable lubricant formulations for engines remains warranted in practice.

Keywords: ecology; vegetable oil; biolubricant; transesterification; epoxidation; oil quality indicators; viscosity index; biodegradability; tribology; additives.