

БЛЮМ Р. Я.^{1,2✉}, ЛАНТУХ Г. В.², ЛЕВЧУК І. В.³, РАХМЕТОВА С. О.⁴, РАХМЕТОВ Д. Б.⁴, БЛЮМ Я. Б.²

¹ ННЦ «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка,

Україна, 03022, м. Київ, просп. Академіка Глушкова, 2, e-mail: blume.rostislav@gmail.com

² Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України,

Україна, 04123, м. Київ, вул. Осиповського, 2а, e-mail: cellbio@cellbio.freenet.viaduk.net

³ ДП «Укрметртестстандарт»,

Україна, 02000, м. Київ, вул. Метрологічна, 4

⁴ Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України,

Україна, 01014, м. Київ, вул. Тимірязєвська, 1, e-mail: jamal_r@bigmir.net

✉ blume.rostislav@gmail.com

ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НОВОЇ ГІБРИДНОЇ ОЛІЙНОЇ КУЛЬТУРИ ТИФОНУ У ПОРІВНЯННІ З ЇЇ БАТЬКІВСЬКИМИ ВИДАМИ ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОДИЗЕЛЯ

Мета. Основною метою цього дослідження було порівняння складу жирних кислот для насіння олій із селекційних форм і сортів гібридної культури тифону (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)), створених у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України, та її батьківських видів – суріпиці та голландського гібрида тифону (Holland greens). **Методи.** Проведено біохімічний аналіз вмісту олії, а також хроматографічний аналіз складу жирних кислот різних сортів та сортозразків тифону. **Результати.** Визначено профілі жирних кислот насіння олійної сировини (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)). Найвищий вміст ерукової кислоти відзначений для сорту Фітопал (42,8 %), найвищий вміст олеїнової кислоти (20,02 %) – в олії селекційної форми ЕОТФВС. Найвищий вміст гондоєвої кислоти ідентифіковано в олії форми ЕОТФВ (11,46 %). **Висновки.** З урахуванням результатів хроматографічного аналізу визначено найкращі сорти та сортозразки тифону для виробництва біодизеля: сорт Фітопал та селекційна форма ЕОТФВС за їх найвищого вмісту ерукової кислоти (42,8 % та 41,63 %) і найнижчого вмісту ліноленової кислоти (6,99 % і 6,6 %).

Ключові слова: Brassicaceae, гібридна культура, тифон, озимі сорти, олія, fatty жирні кислоти, склад, біодизель.

Головною світовою проблемою останніх десятиліть залишаються глобальні зміни клімату на планеті, пов'язані з викидами парникових газів та інших забруднювачів атмосфери. У цьому контексті питання заміщення продуктів нафтопереробки стає як ніколи актуальним, а ще більшого значення ця проблема набуває в країнах, які залежать від імпорту традиційних видів палива [1–6]. Біодизель та біоетанол є на сьогодні тими двома видами біопалива, що потенційно здатні замінити традиційні рідкі палива. На жаль, на сьогодні обсяги виробництва біопалив і, зокрема, біодизеля, не в змозі задовольнити зростаючі потреби людства в рідких паливах. Це зумовлено низкою певних проблем, головними шляхами розв'язання яких є пошук високопродуктивної дешевої сировини та нових технологічних рішень.

Основна частина дизельного біопалива виробляється із 4-х найпоширеніших у світі олійних культур: олійної пальми, сої, соняшнику та ріпаку. Водночас, найбільшу увагу вчених останнім часом привернули такі олійні культури з родини Хрестоцвіті (*Cruciferae*), як рижій посівний (*Camelina sativa*) та абіссинська гірчиця (*Brassica carinata*) біодизеля [3, 5]. Загалом, представники цієї родини характеризуються високим вмістом олії в насінні, що робить їх достатньо ефективним для використання як олійної сировини для виробництва біодизеля [2–5]. У попередніх роботах нами була розглянута можливість використання зазначеного вище рижію, а також редьки олійної (*Raphanus sativus*

© БЛЮМ Р. Я., ЛАНТУХ Г. В., ЛЕВЧУК І. В., РАХМЕТОВА С. О., РАХМЕТОВ Д. Б., БЛЮМ Я. Б.

var. *oleifera* L.), суріпиці ярї та озимої (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *annua*, f. *biennis*) як перспективних джерел отримання біодизеля [7–9].

Іншим підходом до пошуку нової перспективної сировини отримання біодизеля є створення нових гібридів на основі вже відомих видів олійних культур, що може забезпечити якісно новий жирнокислотний склад олії, підвищену продуктивність та кращу пристосованість до умов вирощування. Одним із таких гібридів є тифон (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)), створений у Національному ботанічному саду (НБС) ім. М. М. Гришка НАН України шляхом схрещування озимої суріпиці та так званого голландського тифону, гібрида Holland greens (*B. rapa* ssp. *rapifera* (syn.=ssp. *ruvo*) × *B. rapa* ssp. *pekinensis*) [10]. Тифон уже раніше частково розглядався нами [7] та іншими дослідниками [11] як високоврожайна культура з високою якістю олії. Саме тому метою нашої роботи стало проведення детальної оцінки біохімічних особливостей складу олії насіння тифону (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)) та його батьківських рослин – суріпиці озимої (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis*) та гібрида (Holland greens (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)) – для визначення найбільш перспективних сортів та сортозразків тифону, створених у Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка як вихідного матеріалу для отримання біодизеля.

Матеріали і методи

Для досліджень було використано насіння селекційних форм та сортів тифону (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)), створених у відділі нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України. Тифон був представлений селекційними формами ЕОТФВ і ЕОТФВС та сортами Обрій, Оракам та Фітопал. Зразок насіння гібрида Holland greens (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*) BRA2532 був наданий Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (ІПК) Гатерслебен, Німеччина (далі у роботі позначений як Туфон-ІПК).

Олію з насіння відтискали за допомогою ручного пресу Пром-1 (Оліс, Україна). Метиллові естери жирних кислот отримували шляхом переестерифікації в ізооктані. Для цього в 10 мл пробірку додавали 60 мг зразка олії, 4 мл ізооктану та 200 мкл гідроксиду калію, розчиненого в

метанолі (2 моль/л). Після цього пробірку інтенсивно струшували до отримання прозорого розчину, що означало завершення реакції. Для нейтралізації гідроксиду в пробірку вносили 1 г моногідрату сульфату натрію, після чого утворену верхню фазу метилових естерів жирних кислот відбирали для подальшого аналізу. Отриманий розчин містив 15 мг/мл метилових естерів, розчинених в ізооктані.

Аналіз метилових естерів жирних кислот здійснювали за допомогою газового хроматографа «Agilent Technologies» 7890 В. Зазначений хроматограф був обладнаний колонкою Zebron ZB-FAME (60 м × 0,25 мм × 0,20 мкм). У процесі вимірювань витримувалися такі параметри: температура випарника – 250°C, температура колонки – 185°C, газ-носії – азот, температура колонки – 185°C, об'єм зразка – 1 мкл. Кислоти ідентифікували шляхом порівняння отриманих хроматограм метилових естерів кислот у гексані з хроматограмами стандартних розчинів метилових естерів жирних кислот C₆–C₂₄.

Для спрощення загальнопорівняльного аналізу жирнокислотного складу різних зразків нами було використано такі коефіцієнти: ER (elongation ratio) – відносна величина елонгації жирних кислот із довжиною ланцюга від 18 до довжини 20 та 22, DR (desaturation ratio) – відносна величина десатурації мононенасичених жирних кислот, ODR (oleic desaturation ratio) – відносна величина десатурації олеїнової (18:1) кислоти до лінолевої (18:2) та ліноленої (18:3), LDR (linoleic desaturation ratio) – відносна величина десатурації лінолевої (18:2) кислоти до ліноленої (18:3) [12]. Коефіцієнти розраховували за такими формулами:

$$ER = \frac{\%C20 : 1 + \%C22 : 1}{\%C20 : 1 + \%C22 : 1 + \%C18 : 1 + \%C18 : 2 + \%C18 : 3}$$

$$DR = \frac{\%C18 : 2 + \%C18 : 3}{\%C20 : 1 + \%C22 : 1 + \%C18 : 1 + \%C18 : 2 + \%C18 : 3}$$

$$ODR = \frac{\%C18 : 2 + \%C18 : 3}{\%C18 : 1 + \%C18 : 2 + \%C18 : 3}$$

$$LDR = \frac{\%C18 : 3}{\%C18 : 2 + \%C18 : 3}$$

Статистична обробка даних та створення діаграм розсіювання були здійснені за допомогою програми Origin 9.1.

Результати та обговорення

Як нами було зазначено у попередніх роботах, тифон вирізняється високою урожайністю насіння (4124 кг/Га) та високим вмістом олії (45,1 %), що дозволяє цій гібридній культурі конкурувати з такими рослинами, як редька олійна та рижій посівний [7]. При цьому, розглядаючи ту чи іншу олійну культуру як потенційну сировину для виробництва біодизеля, варто в першу чергу враховувати жирнокислотний склад олії, оскільки саме цей показник є найбільш важливим фактором, котрий впливає на кінцеву якість продукту. Саме тому нами було досліджено склад ліпідів насіння тифону та його батьківських видів: суріпиці озимої [8] та гібрида Holland greens (табл. 1, 2).

Перш за все, варто відзначити, що усі досліджені нами зразки містять ерукову кислоту у найбільшій кількості – 34,1–42,8 %. Найнижчим рівнем ерукової кислоти характеризується зразок Туфон-ІРК. Гондоїнова кислота, попередник ерукової, міститься у кількості 9,88–12,77 %, при цьому найнижчий рівень спостерігається знову у зразка Туфон-ІРК, а найвищий – в озимій

суріпиці сорту Оріана, що може свідчити про різну інтенсивність синтезу мононенасичених жирних кислот із довжиною ланцюга 20 та 22. В свою чергу, усі зразки тифону селекції НБС ім. М. М. Гришка мають проміжні значення вмісту гондоїнової кислоти – 10,72–11,46 %. Олеїнова кислота у всіх досліджених зразків знаходиться в межах 17,71–21,34 %. Вміст лінолевої кислоти у зразках тифону складає 12,82–13,56 %, у суріпиці озимої – 11,88–14,34 %, в той час як у зразка Туфон-ІРК – 16,32 %.

Єдиним ідентифікованим представником поліненасичених жирних кислот із 3-ма подвійними зв'язками в досліджених зразках є ліноленова кислота (6,53–9,09 %). Вміст пальмітинової кислоти в олії тифону знаходиться в межах 2,15–2,23 %, у суріпиці озимої – 2,08–2,99%, а у Туфон-ІРК у майже вдвічі більшій кількості – 4,22 %. Такі жирні кислоти, як докозадієнова та нервонова, в зразках озимої суріпиці не виявлені. Міристинова, пальмітолеїнова, стеаринова, арахінова, ейкозадієнова, бегенова та лігноцерінова кислоти ідентифіковані в олії досліджених зразків у помірних кількостях.

Таблиця 1. Жирнокислотний склад олії різних селекційних форм та сортів гібридної культури Тифон та гібрида Holland greens, (%)

№ п/п	Жирні кислоти	Тривіальна назва кислоти	Обрій	Оракам	Фітопал	ЕОТФВ	ЕОТФВС	Туфон-ІРК
			1	2	3	4	5	6
1	C 14:0	Міристинова	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,27
2	C 16:0	Пальмітинова	2,15	2,15	2,23	2,23	2,16	4,22
3	C 16:1	Пальмітолеїнова	0,15	0,12	0,19	0,12	0,14	0,36
4	C 18:0	Стеаринова	1,1	1,1	1,06	1,1	1,12	1,69
5	C 18:1	Олеїнова	18,08	18,78	18,71	19,92	20,02	18,48
6	C 18:2	Лінолева	13,56	13,05	13,26	13,35	12,82	16,32
7	C 18:3	Ліноленова	7,46	7,4	6,99	7,5	6,6	6,76
8	C 20:0	Арахінова	0,87	0,88	0,85	0,74	0,71	2,06
9	C 20:1	Гондоїнова	11,05	10,72	10,85	11,46	11,06	9,88
10	C 20:2	Ейкозадієнова	0,6	0,54	0,54	0,56	0,51	1,62
11	C 22:0	Бегенова	0,92	0,99	0,93	0,85	0,92	1,56
12	C 22:1	Ерукова	42,28	42,27	42,8	39,95	41,63	34,1
13	C 22:2	Докозадієнова	0,61	0,5	0,52	0,45	0,47	1,02
14	C 24:0	Лігноцерінова	0,33	0,32	0,3	0,29	0,31	0,43
15	C 24:1	Нервонова	1,29	1,17	1,25	1,31	1,3	1,22

Таблиця 2. Жирнокислотний склад олії різних форм та сортів суріпиці озимої [8], одного з батьківських видів тифону, (%)

№ п/п	Жирні кислоти	Тривіальна назва кислоти	Оріана	Оріана-1	ЕОСОФУ	ЕОСОФГл	ЕОСОФДн	ЕОСОФВол
			1	2	3	4	5	6
1	C 16:0	Пальмітинова	2,53	2,08	2,45	2,41	2,35	2,99
2	C 18:0	Стеаринова	1,01	0,9	0,97	0,96	0,97	0,91
3	C 18:1	Олеїнова	20,28	17,71	20,69	21,34	19,54	18,15
4	C 18:2	Лінолева	11,88	12,94	12,81	14,34	14,04	13,28
5	C 18:3	Ліноленова	6,53	8,85	6,9	8,36	9,09	7,99
6	C 20:0	Арахінова	0,64	0,68	0,57	0,62	0,65	0,63
7	C 20:1	Гондоїнова	12,77	11,57	11,61	11,86	11,37	11,1
8	C 20:2	Ейкозадієнова	0,95	—	1,81	—	—	0,55
9	C 22:0	Бегенова	0,58	0,62	—	0,54	0,58	0,57
10	C 22:1	Ерукова	42,63	42,8	40,87	38	39,55	40,71
11	C 22:2	Докозадієнова	—	—	—	—	—	—
12	C 24:0	Лігноцеринова	1,33	1,18	1,35	1,16	1,13	1,13
13	C 24:1	Нервонова	—	—	—	—	—	—

Оцінка відмінностей у жирнокислотному складі олії різних генотипів є достатньо складною задачею через велике різноманіття сполук, особливо враховуючи те, що більшість жирних кислот пов'язані метаболічними шляхами [13], отже, зміна вмісту одних сполук відображається на вмісті інших. Саме через це нами були використані спеціальні коефіцієнти, що відображають певні характеристики усієї системи та жирнокислотного складу загалом (ER – коефіцієнт елонгації, DR – коефіцієнт десатурації, ODR –

коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти, LDR – коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти) [12] (табл. 3).

Коефіцієнт ER має найнижче значення для зразка Туфон-ІПК – 0,514. Для зразків тифону ER становить 0,558–0,579, для суріпиці озимої – 0,531–0,589. За значенням коефіцієнта DR найбільше відрізняється також Туфон-ІПК – 0,287. Інші зразки мають нижчі значення DR – в межах 0,204–0,247.

Таблиця 3. Коефіцієнти, розраховані відносно жирнокислотного складу досліджених зразків

Назва зразка	ER	DR	ODR	LDR
Обрій	0,577	0,234	0,538	0,355
Оракам	0,575	0,227	0,521	0,362
Фітопал	0,579	0,224	0,52	0,345
ЕОТФВ	0,558	0,231	0,511	0,36
ЕОТФВС	0,572	0,216	0,492	0,34
Туфон-ІПК	0,514	0,287	0,555	0,293
Оріана	0,589	0,204	0,476	0,355
Оріана-1	0,579	0,232	0,552	0,406
ЕОСОФУ	0,565	0,227	0,488	0,35
ЕОСОФГл	0,531	0,242	0,515	0,368
ЕОСОФДн	0,544	0,247	0,542	0,393
ЕОСОФВол	0,568	0,238	0,54	0,376

Показники коефіцієнта ODR не мають суттєвих розходжень у різних генотипів досліджених рослин та загалом знаходяться у межах 0,492–0,555, однак у сорту Оріана суріпиці озимої він становить 0,476. Значення показника LDR коливаються в межах 0,34–0,376 в усіх досліджених зразках, окрім сортозразка ЕОСОФДн озимої суріпиці (0,393) та сорту Оріана-1 (0,406), а також у Туфон-ІПК (0,293).

Для спрощення інтепретації одержаних даних та кращої візуалізації нами були побудовані діаграми розсіювання, або точкові діаграми (рис. 1, 2). На рис. 1 представлено співвідношення коефіцієнтів ER та DR. Зразок гібрида Holland greens має найбільшу дистанцію від основної групи точок, що утворюються значеннями показників, розрахованих для тифону та суріпиці озимої. Такий розподіл може свідчити про те, що в результаті гібридизації тифон отримав схожий жирнокислотний склад до суріпиці озимої, зберігаючи загальні показники вмісту довголанцюгових (від С 20) та ненасичених жирних кислот. На рис. 2 представлено співвідношення коефіцієнтів ODR та LDR для досліджуваних зразків. Основну групу точок у нашому випадку формують значення тих коефіцієнтів для тифону, які розташовуються між значеннями, розрахованими для гібрида Holland greens та суріпиці озимої. Однак точки співвідношення коефіцієнтів суріпиці частково прилягають до групи точок тифону. У цій ситуації подібний розподіл означає, що у тифону відносні значення десатурації жирних кислот за метаболічним шляхом 18:1–18:2–18:3 [13] набувають усереднених значень між Holland greens та озимою суріпицею з частковим зсувом у бік останньої.

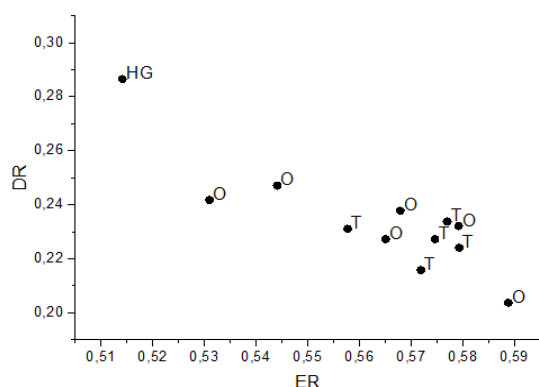


Рис. 1. Співвідношення коефіцієнтів ER та DR у досліджених рослин: О – озима суріпиця, Т – тифон, HG – Holland greens.

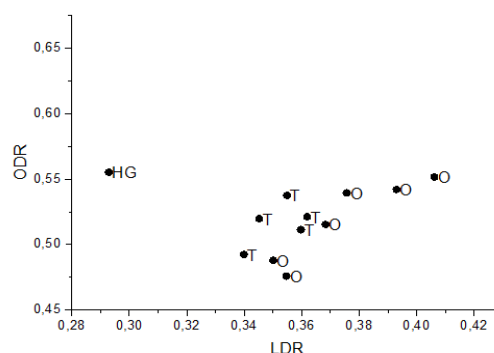


Рис. 2. Співвідношення коефіцієнтів ODR та LDR у досліджених рослин: О – озима суріпиця, Т – тифон, HG – Holland greens.

У попередніх роботах нами детально були описані критерії до олійної сировини для виробництва дизельного біопалива [7–9]. Враховуючи те, що за жирнокислотним складом тифон схожий до суріпиці озимої, його варто розглядати лише як сировину для отримання біодизеля «важкого» типу, що переважно складається з довголанцюгових жирних кислот, тому що ерукова кислота характеризується відносно високою в'язкістю та неможливістю використання за низьких температур. Також така олійна сировина є придатною для виробництва лубрикантів [14–16]. Враховуючи описані вище критерії оцінки сировини можна зробити висновок, що найбільш придатною для виробництва біодизеля є олія сорту Фітопал, оскільки вона характеризується найвищим вмістом ерукової кислоти – 42,8 % та низьким вмістом ліноленової кислоти – 6,99 %, а також сортозразок ЕОТФВС, оскільки його олія характеризується найвищим вмістом олеїнової кислоти – 20,02 %, високим вмістом ерукової кислоти – 41,63 % та найнижчим вмістом ліноленової – 6,6 %.

Висновки

• У ході проведених досліджень проаналізовано жирнокислотний склад зразків гібридної культури тифон (*B. rapa ssp. oleifera f. biennis* × *B. rapa ssp. rapifera* × *B. rapa ssp. pekinensis*), створеної у відділі нових культур Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України. За результатами хроматографічного аналізу встановлено, що найвищим вмістом ерукової кислоти (42,8 %) характеризується олія сорту Фітопал, найвищим вмістом олеїнової кислоти (20,02 %) – олія сортозразка ЕОТФВС, найвищим вмістом гондоїнової кислоти (11,46 %) – олія сортозразка ЕОТФВ.

• За результатами хроматографічного аналізу встановлено, що один з батьківських видів тифону – гібрид Holland greens – характеризується значно нижчим вмістом ерукової кислоти (до 34,1 %), низьким рівнем гондоїнової кислоти (9,88 %) та високим вмістом лінолевої кислоти (16,32 %).

• Обраховано на основі жирнокислотного складу тифону та його батьківських рослин коефіцієнти (ER – коефіцієнт елонгації, DR – коефіцієнт десатурації, ODR – коефіцієнт десатурації олеїнової кислоти, LDR – коефіцієнт десатурації лінолевої кислоти), що вказують на загальні характеристики ліпідного профілю, та на основі отриманих даних побудовано діаграми розсіювання, за якими встановлено, що найбільшу схожість за загальними показниками вмісту довголанцюгових (від С 20) та ненасичених жирних кислот тифон має з суріпицею озимою; за відносними значеннями десатурації жирних кислот тифон має усереднені значення у порівнянні із батьківськими видами з зсувом у бік

значень суріпиці озимої.

• Визначено найбільш придатні генотипи для використання в якості олійної сировини для отримання дизельного біопалива. Це сорт Фітопал, який характеризується найвищим вмістом ерукової кислоти – 42,8 % та низьким вмістом лінолевої кислоти – 6,99 %; сортозразок ЕОТФВС, який має найвищий вміст олеїнової кислоти – 20,02 %, високий вміст ерукової кислоти – 41,63 % та найнижчий вміст лінолевої – 6,6 %.

Робота виконувалася за підтримки проекту «Комплексна оцінка продуктивних характеристик рижю як енергетичної сировини для виробництва компонентів дизельного біопалива у порівнянні з іншими олійними хрестоцвітими культурами» цільової комплексної міждисциплінарної програми наукових досліджень НАН України з розробки наукових засад раціонального використання природно-ресурсного потенціалу та сталого розвитку (2015–2019 рр.).

References

1. Atabani A.E., Silitonga A.S., Ong H.C., Mahlia T.M.I., Masjuki H.H., Badruddin I.A., Fayaz H. Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions production. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2013. Vol. 18. P. 211–245. doi: 10.1016/j.rser.2012.10.013.
2. Balat M. Potential alternatives to edible oils for biodiesel production – A review of current work. *Energy Convers. Manag.* 2011. Vol. 52. P. 1479–1492. doi: 10.1016/j.enconman.2010.10.011.
3. Wittkop B., Snowdon R.J., Friedt W. Status and perspectives of breeding for enhanced yield and quality of oilseed crops for Europe. *Euphytica*. 2009. Vol. 170. P. 131–140. doi: 10.1007/s10681-009-9940-5.
4. Blume Ya.B., Hruhoryuk I.P., Dmyruk K.V., Dubrovin A.V., Yemets A.I., Kaletnik G.M., Melnychuk M.D., Myronenko V.G., Rakhmetov D.B., Sybirnyy A.A., Tsygankov S.P. System of bioresources usage in new biotechnologies of alternative fuel production. K.: Agrar Media Group, 2014. 359 p. [in Ukrainian] / Блюм Я.Б., Григорюк І.П., Дмитрук К.В., Дубровін А.В., Ємець А.І., Калетник Г.М., Мельничук М.Д., Мироненко В.Г., Рахметов Д.Б., Сибірний А.А., Цганков С.П. Система використання біоресурсів у новітніх біотехнологіях отримання альтернативних палив. К.: Аграр Медіа Груп, 2014. 359 с.
5. Ratanapariyanuch K., Clancy J., Emami S., Cutler J., Reaney M.J.T. Physical, chemical, and lubricant properties of *Brassicaceae* oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2013. Vol. 115. P. 1005–1012. doi: 10.1002/ejlt.201200422.
6. Rakhmetov D.B., Vergun O.M., Rakhmetova S.O., Pashina O.O. Perspectives of introduction and breeding of high-productive uncommon oil cultures – as a biodiesel source. *Introduction, breeding and plant protection: materials of III Int. Sci. Conference (Donetsk, 25–28 September, 2012)*. Donetsk, 2012. P. 104–105. [in Ukrainian] / Рахметов Д.Б., Вергун О.М., Рахметова С.О., Пашина О.О. Перспективи інтродукції та селекції високоолійних малопоширених рослин – як джерело для біодизеля. *Інтродукція, селекція та захист рослин: мат-ли III-ї міжнародн. наук. конф-ції (Донецьк, 25–28 вересня 2012 р.)*. Донецьк, 2012. С. 104–105.
7. Blume R.Ya., Boychuk Yu.M., Yemets A.I., Rakhmetova S.O., Blume Ya.B., Rakhmetov D.B. Comparative analysis of fatty acid composition for oils from seeds of tyfon, oil radish and camelina breeding forms and varieties as perspective source for biodiesel production. *Factors Exp. Evol. Organisms*. 2016. Vol. 18. P. 61–66. [in Ukrainian] / Блюм Р.Я., Бойчук Ю.М., Ємець А.І., Рахметова С.О., Блюм Я.Б., Рахметов Д.Б. Порівняльна оцінка жирнокислотного складу олій насіння форм та сортів тифону, редьки олійної і рижю як перспективної сировини для отримання біодизелю. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Т. 18. С. 61–66.
8. Blume R.Ya., Lantukh G.V., Yemets A., Rakhmetova S.O., Rakhmetov D.B., Blume Ya.B. Comparative analysis of productive potential and fatty acid composition of oil from seeds of spring and winter turnip rape as perspective source for production of diesel biofuel compounds. *Factors Exp. Evol. Organisms*. 2017. Vol. 21. P. 96–101. [in Ukrainian] / Блюм Р.Я., Лантух Г.В., Ємець А.І., Рахметова С.О., Рахметов Д.Б., Блюм Я.Б. Порівняльна оцінка продуктивного потенціалу та жирнокислотного складу олій з насіння ярої та озимої суріпиці як перспективної енергетичної сировини для виробництва компонентів дизельного біопалива. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2017. Т. 21. С. 96–101.
9. Blume R.Ya., Lantukh G.V., Holubets O.V., Rakhmetova S.O., Yemets A.I., Rakhmetov D.B., Blume Ya.B. Integrated evaluation of seed oil composition and yield potential of oil radish as new high-productive biodiesel source. *Factors Exp. Evol. Organisms*. 2018. Vol. 23. P. 24–30. [in Ukrainian] / Блюм Р.Я., Лантух Г.В., Голубець О.В., Рахметова С.О., Ємець А.І.,

- Рахметов Д.Б., Блюм Я.Б. Комплексна оцінка особливостей складу олії з насіння редьки олійної та її врожайного потенціалу як нової високопродуктивної сировини для дизельного біопалива. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2018. Т. 23. С. 24–30.
10. Rakhmetov D.B., Rakhmetova S.O. Summary of introduction and breeding of tyfon (*Brassica rapa* L. × *B. campestris* f. *biennis* DC.) in M.M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. *Plant Introduction*. 2015. Vol. 4. P. 18–30. [in Ukrainian] / Рахметов Д.Б., Рахметова С.О. Підсумки інтродукції та селекції тифону (*Brassica rapa* L. × *B. campestris* f. *biennis* DC.) в Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України. *Інтродукція рослин*. 2015. Т. 4. С. 18–30.
 11. Gumbyte M., Makarevichiene V., Kalenskaya S., Junik A. The possibility of biodiesel production from oily plant oil. *Zemės ūkio Mokslai. (Int. J. Environ. Sci. Technol)*. 2013. Vol. 7. P. 183–213. [in Lithuanian].
 12. Velasco L., Goffman F.D., Becker H.C. Variability for the fatty acid composition of the seed oil in a germplasm collection of the genus *Brassica*. *Genet. Resour. Crop Evol.* 1998. Vol. 45. P. 371–382. doi: 10.1023/A:100862862.
 13. Barker G.C., Larson T.R., Graham I.A., Lynn J.R., King G.J. Novel insights into seed fatty acid synthesis and modification pathways from genetic diversity and quantitative trait loci analysis of the *Brassica* C genome. *Plant Physiol.* 2007. Vol. 144. P. 1827–1842. doi: 10.1104/pp.107.096172.
 14. Berezcky Б., Тіцук Б. International literature review on the possibilities of biodiesel production. *Period. Polytech. Transp. Eng.* 2011. Vol. 39 (1). P. 31–37. doi: 10.3311/pp.tr.2011-1.06.
 15. Kumar N., Varun, Chauhan S.R. Performance and emission characteristics of biodiesel from different origins: A review. *Renew. Sust. Energy Rev.* 2013. Vol. 21. P. 633–658. doi: 10.1016/j.rser.2013.01.006.
 16. Verma P., Sharma M.P. Performance and emission characteristics of biodiesel fuelled diesel engines. *Int. J. Renew. Energy Res.* 2015. Vol. 5 (1). P. 245–250.

BLUME R. Ya.^{1,2}, LANTUKH G. V.², LEVCHUK I. V.³, RAKHMETOVA S. O.⁴, RAKHMETOV D. B.⁴, BLUME Ya. B.²

¹ Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, 03022, Kyiv, Akademika Glushkova ave., 2, e-mail: blume.rostislav@gmail.com

² Institute of Food Biotechnology and Genomics NAS of Ukraine, Ukraine, 04123, Kyiv, Osyrovskogo str., 2a, e-mail: cellbio@cellbio.freenet.viaduk.net

³ SE "Ukrmetrteststandart", Ukraine, 02000, Kyiv, Metrolohichna str., 4

⁴ M.M. Gryshko National Botanical Garden Natl. Acad. Sci. of Ukraine, Ukraine, 01014, Kyiv, Tymiryazevska str., 1, e-mail: jamal_r@bigmir.net

EVALUATION OF POTENTIAL OF A NEW HYBRID OIL CULTURE OF TYFON AS A RAW MATERIAL FOR BIODIESEL PRODUCTION COMPARED TO ITS PARENTAL SPECIES

Aim. Main aim of this research was a comparison of fatty acid composition in seed oil from breeding forms and varieties of hybrid culture tyfon (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)) produced in M.M. Gryshko Natl. Botanical Garden of Natl. Academy of Sci. of Ukraine and its parental genotypes: turnip rape and hybrid Holland greens. **Methods.** Biochemical analysis of oil content as well as chromatographic analysis of fatty acid composition of tyfon were conducted out. **Results.** Oil fatty acids profiles of tyfon (*B. rapa* ssp. *oleifera* f. *biennis* × (*B. rapa* ssp. *rapifera* × *B. rapa* ssp. *pekinensis*)) were determined. The highest content of erucic acid was 42.8 % in cultivar Fitopal, the highest content of oleic acid (20.02 %) was in oil of breeding form EOTFVS. Highest content of gondoic acids was indentified in oil of breeding form EOTFV (11.46 %). **Conclusions.** Taking in account the results of chromatographic analysis the best genotypes for biodiesel production were identified: cultivar Fitopal and breeding form EOTFVS due to their highest content of erucic acid (42.8 % and 41.63 %) and lowest content of linolenic acid (6.99 % and 6.6 %).

Keywords: *Brassicaceae*, hybrid, tyfon, winter varieties, oil, fatty acids, composition, biodiesel.