



Генетика, селекція, біотехнологія

УДК 633.853.483:631.527
© 2014

*В.М. Журавель,
І.Б. Комарова,
кандидати сільсько-
господарських наук*

*Г.І. Буділка
Інститут
олійних культур НААН*

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ГІРЧИЦІ СИЗОЇ, БІЛОЇ ТА ЧОРНОЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ З ВИСОКОЮ ЯКІСТЮ ОЛІЇ

Мета. Виявити залежність між умістом жиру та алілгірчичної олії різних видів гірчиці. **Методи.** Польовий — для проведення фенологічних спостережень, біометричних замірів; лабораторний — для оцінки продуктивності досліджуваного матеріалу, визначення біохімічних показників. **Результати.** Вивчено колекційні зразки гірчиці сизої, білої та чорної різного географічного походження за ознаками вмісту та якості олії. Виділено перспективні для селекційної роботи зразки за цими показниками. **Висновки.** Встановлено негативну кореляційну залежність між умістом жиру та алілгірчичної олії у сизої та чорної гірчиці. Виявлений значний розмах варіювання основних жирних кислот сприяє створенню сортів різних напрямів використання.

Ключові слова: гірчиця, олія, ефірна олія, жирнокислотний склад, кореляція.

Гірчиця — одна з олійних рослин, яку найбільше використовує людина. Ця культура представлена трьома видами: гірчиця сиза (сарептська) (*Brassica juncea* (L.) Czern.), гірчиця біла (*Sinapis alba* L.) і гірчиця чорна (*Brassica nigra* (L.) Koch.). Вони мають багато спільних морфологічних і біологічних ознак, а видова відмінність пов'язана з різними умовами вирощування та походженням [3, 6]. Під час переробки насіння гірчиці отримують харчову гірчичну олію, алілгірчичну олію, макуху для виробництва гірчичного порошку та корм для тварин.

Найбільша галузь застосування продуктів її переробки — харчова індустрія. Залежно від виду продукту товаровиробники використовують і різні види гірчиці. Гірчицю сизу та чорну з високим (0,8–1,2 %) умістом алілгірчичної

олії, що зумовлює пекучий смак та антисептичні властивості продукту, застосовують для виробництва гострої гірчиці, кетчупів, соусів, маринадів. Особливий попит вони мають у Росії та Польщі, у більшості країн Європи та США вживають слабкі приправи, що виготовляють з насіння гірчиці білої (вміст алілгірчичної олії нижчий 0,6 %). До того ж олія гірчиці білої має найвищу якість, напіввисихаюча золотисто-жовтого забарвлення, добре зберігається. Використовують для виробництва маргарину, в хлібопекарній та кондитерській промисловості. Гірчицю чорну вважають кращою для виробництва порошку та олії, що використовують у медицині. Іншим напрямом використання гірчичної олії є технічний (застосовується у лакофарбовій промисловості, миловарінні, при

1. Характеристика колекційних зразків трьох видів гірчиці за вмістом жиру та алілгірчиної олії

Показник	Вміст жиру, %			Вміст алілгірчиної олії, %		
	Гірчиця сиза	Гірчиця біла	Гірчиця чорна	Гірчиця сиза	Гірчиця біла	Гірчиця чорна
Значення:						
мінімальне	26,35	24,42	29,40	0,51	0,29	0,65
середнє	32,92	27,51	32,82	0,76	0,39	0,72
максимальне	41,09	30,60	37,01	1,04	0,54	0,84
Похибка середньої вибірки						
	0,40	0,81	2,23	0,02	0,03	0,06
Відносна похибка середньої вибірки, %						
	1,21	2,96	6,80	2,02	8,75	8,37
Коефіцієнт варіації, %						
	10,13	7,82	11,77	16,32	23,15	14,50
Похибка коефіцієнта варіації, %						
	0,86	2,09	4,81	1,43	6,19	5,92

виготовленні біодизеля) [5, 7]. Такий широкий спектр використання визначається значною мінливістю за вмістом ефірної олії та окремих жирних кислот у гірчицькій олії [8, 9].

Мета роботи — встановити залежність між вмістом жиру та алілгірчиної олії різних видів гірчиці. Важливим для оцінки перспективи використання зразків під час створення сортів різного напрямку використання є дослідження мінливості жирнокислотного складу олії та кореляційних зв'язків між вмістом окремих

кислот в олії гірчиці сизої, білої та чорної.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для проведення досліджень були 318 колекційних зразків (місцеві та одержані з Всеросійського інституту рослин ім. М.І. Вавилова) гірчиці сизої переважно сарептського та напівсарептського різновидів (*var. sareptana Sinsk.*, *var. subsareptana Sinsk.*), білої та чорної з Індії, Японії, Росії, Західного Китаю, Афганістану та ін. Дослідження проводили упродовж 2010–2012 рр. на дослідних полях

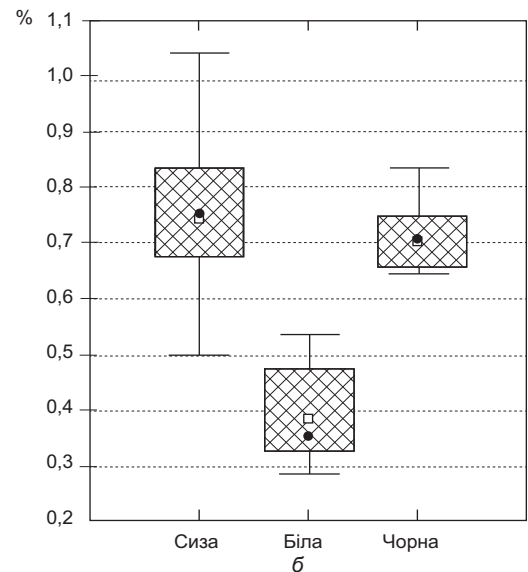
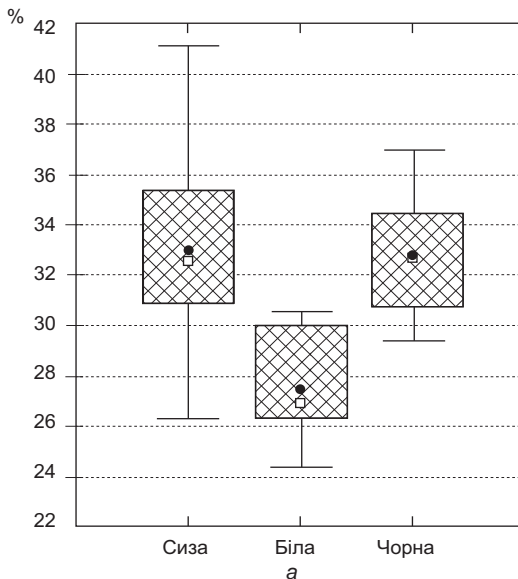


Рис. 1. Блок-діаграма, %: а — вміст олії в насінні; б — вміст алілгірчиної олії; ● — середнє; □ — медіана; ▨ — 25–75%; ┆ — мін.–макс.

Інституту олійних культур НААН [2]. Ділянки однорядкові, площею 2,8 м², повторність 2-разова, стандарт (сорт гірчиці сизої — Тавричанка, білої — Талісман, чорної — Софія) висівали через кожні 10 ділянок. Проводили порівняльну оцінку за морфологічними та основними господарсько цінними ознаками.

Використовували методи: польовий — для проведення фенологічних спостережень і біометричних замірів; лабораторний — для оцінки продуктивності досліджуваного матеріалу, визначення біохімічних показників. З використанням пакета *Microsoft Excel* у складі *Microsoft Office* і пакета прикладних програм *Statistica* [1] проведено статистичну обробку і наведено числові і графічні результати.

Результати досліджень та їх обговорення. Основним показником, що характеризує будь-яку олійну культуру, є вміст жиру у її насінні. Досить важливим для оцінки перспективи використання у селекційній практиці є

порівняльна характеристика за цією ознакою різних видів гірчиці (табл.1).

На основі дослідження колекційних зразків гірчиці трьох видів встановлено, що гірчиця біла характеризується зниженим вмістом олії у насінні порівняно з двома іншими видами. Найбільше значення цієї ознаки — 30,6 % (сорт Талісман). Уміст олії у зразків гірчиці білої — 24,4–30,6 %. Коефіцієнт варіації — 7,8±2,09 %. Уміст олії у зразків гірчиці чорної становить від 29,4 % (ГЧУ-0121) до 37 % (ГЧУ-0117). Коефіцієнт варіації — 11,8±4,81 %. Найбільш варіабельною виявилася гірчиця сиза. Мінімальний вміст олії серед досліджуваних зразків у К-0485 (26,4 %), максимальний — у К-3257 (41,1 %). Коефіцієнт варіації — 10,1±0,86 %. Загалом популяції гірчиці сизої та чорної за ознакою вмісту олії досить схожі. Середні значення становлять 32,9±0,40 та 32,8±2,23 % відповідно. Проте серед зразків гірчиці сизої виділено 8 генотипів, що за

2. Характеристика колекційних зразків гірчиці за жирнокислотним складом олії

Показник	Жирнокислотний склад						
	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:1}	C _{22:1}
<i>Гірчиця сиза</i>							
Значення:							
мінімальне	2,59	0,20	13,31	9,84	13,04	0,00	0,07
середнє	4,06	0,67	26,31	31,26	23,46	0,49	14,16
максимальне	5,26	1,25	48,04	43,16	33,04	2,98	43,69
Похибка середньої вибірки	0,06	0,03	0,83	0,63	0,52	0,13	0,94
Коефіцієнт варіації, %	12,66	32,01	26,45	16,73	18,48	29,00	55,29
Похибка коефіцієнта варіації	1,07	2,71	2,24	1,41	1,56	1,95	4,67
<i>Гірчиця біла</i>							
Значення:							
мінімальне	2,69	0,19	17,60	11,25	17,81	0	11,20
середнє	3,45	0,32	23,92	20,43	23,18	0	28,64
максимальне	4,74	0,49	31,04	34,95	26,20	0	48,27
Похибка середньої вибірки	0,26	0,05	1,77	4,05	1,19	0	5,57
Коефіцієнт варіації, %	20,10	37,66	19,59	52,47	13,64	0	51,42
Похибка коефіцієнта варіації	5,37	10,06	5,23	14,02	3,64	0	13,74
<i>Гірчиця чорна</i>							
Значення:							
мінімальне	3,18	0,76	20,52	27,47	23,14	0,39	14,40
середнє	3,68	0,91	22,86	28,07	25,79	1,33	17,37
максимальне	4,51	1,10	25,32	28,84	27,56	3,07	20,69
Похибка середньої вибірки	0,42	0,10	1,39	0,40	1,35	0,87	1,82
Коефіцієнт варіації, %	19,75	19,27	10,51	2,49	9,06	22,94	18,20
Похибка коефіцієнта варіації	8,06	7,87	4,29	1,02	3,70	6,11	7,43

вмістом олії перевищують кращі зразки гірчиці чорної на 0,6–4,1 %. Найперспективнішими є зразки гірчиці сизої ВН-517 (40,1 %), К-3257 (41,1 %), Скороспелка-2 (38,5 %), Донская-5 (38,0 %), К-4532 (38,5 %), Камишинская-6 (38,1 %).

Іншим показником господарської цінності гірчиці є вміст алілгірчичної ефірної олії. Саме вона забезпечує специфічний смак продуктів, що виробляють з насіння цієї культури. Загалом спостерігається тенденція, аналогічна вмісту олії (рис. 1). Вміст ефірної олії у зразків гірчиці білої не перевищує 0,54 %, тоді як її максимальний вміст у зразках сизої та чорної гірчиці становить 1,04 % (зразок К-0485) і 0,84 % (зразок ГЧФ-0106) відповідно. Середній вміст олії гірчиці сизої становить $0,76 \pm 0,02$ %, чорної — $0,72 \pm 0,06$ %, білої — $0,39 \pm 0,03$ %.

На рис. 1 наведено блокову діаграму цих показників, з якої видно значну відмінність між досліджуваними показниками у сортів гірчиці білої як від зразків сизої, так і від зразків гірчиці чорної. Водночас відмінність між зразками гірчиці сизої та чорної за вмістом жиру й алілгірчичної ефірної олії незначна.

З метою з'ясування можливості ведення селекційної роботи на підвищення олійності та вмісту алілгірчичної ефірної олії визначено кореляційні залежності між цими показниками. Встановлено, що у зразків гірчиці сизої коефіцієнт кореляції становить $-0,41$. Рівень значущості — $0,001$. Для гірчиці чорної цей зв'язок також негативний ($r = -0,27$), а для білої кореляція виявилася позитивною і досить високою ($r = 0,60$).

Напрямок використання гірчичної олії (харчовий, технічний та ін.) залежить від композиції жирних кислот, що входять до її складу [10]. Для усіх видів гірчиці основними є олеїнова, лінолева, ліноленова та ерукова кислоти (табл. 2). Саме від їх співвідношення залежить харчова цінність олії.

Насичені пальмітинова та стеаринова кислоти — у незначній кількості (до 5,3 та 1,3 % відповідно) в олії всіх досліджуваних видів гірчиці, вміст ейкозенової кислоти в олії гірчиці сизої та чорної не перевищує 3,1 %, у насінні гірчиці білої її взагалі немає. Тому розглянемо детальніше, яким чином ненасичені олеїнова, лінолева, ліноленова кислоти та ерукова кислота формують особливості олії різних видів гірчиці.

Уміст цих кислот в олії гірчиці сизої та білої варіює у дуже широких межах (рис. 2). Особливо це стосується ерукової кислоти.

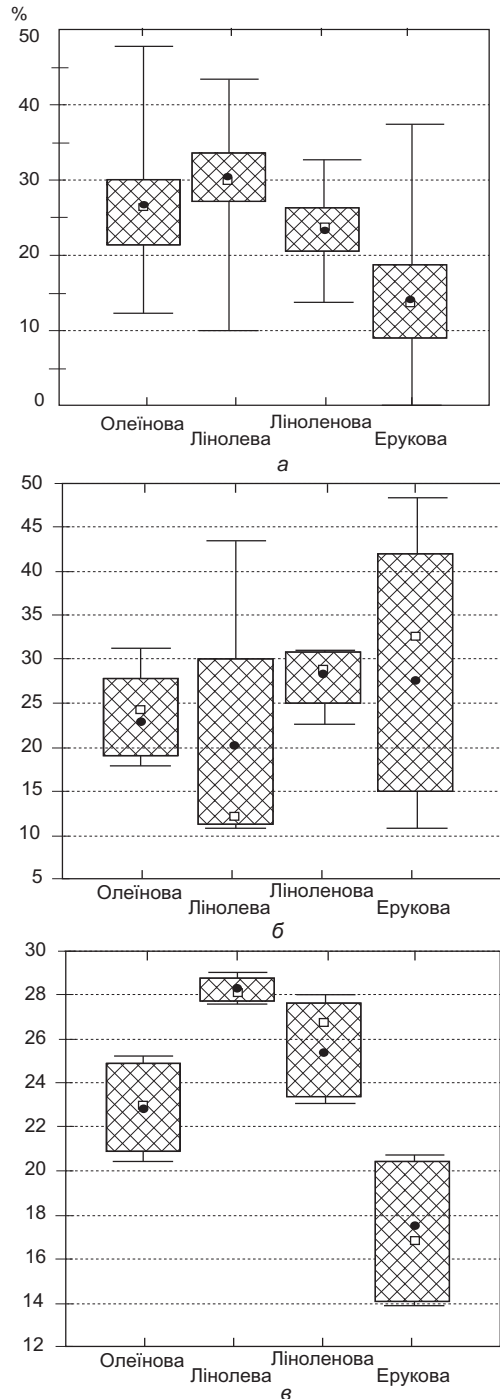


Рис. 2. Вміст жирних кислот в олії гірчиці, %: а — сизої; б — білої; в — чорної; ● — середнє; □ — медіана; ▨ — 25–75%; ┆ — мін.–макс.

У гірчиці сизої мінімальний її вміст становить 0,1 %, максимальний — 43,7 %. У гірчиці білої кількість ерукової кислоти — 11,2–48,3 %. Це результат цілеспрямованої селекційної роботи з метою створення сортів гірчиці з мінімальним умістом шкідливої для здоров'я ерукової кислоти в олії для харчового використання [4].

Найціннішими є зразки гірчиці сизої К-0454 (0,1 %), К-267 (1,4 %), Степнянка (1,5 %), К-0460 (2 %), К-4342 (2 %), Тавричанка (3,3 %) та сорти гірчиці білої Запоріжанка (15 %), Талісман (15,5 %), Кароліна (11,2 %). Про значну варіабельність зразків гірчиці сизої та білої за цією ознакою свідчить і високий коефіцієнт варіації, який в обох випадках перевищує 50 %. Уміст ерукової кислоти в олії досліджених зразків гірчиці чорної становить від 14,4 % (ГЧУ-0121) до 20,7 % (ГЧУ-0117).

Розмах варіювання інших жирних кислот в олії гірчиці сизої та білої дещо менше, але також досить широкий. Особливо це стосується гірчиці сизої. Уміст олеїнової кислоти в олії *Brassica juncea* збільшується від 13,3% (зразок К-0485) до 48 % (сорт Тавричанка), лінолевої — від 9,8 % (К-4547) до 43,2 % (зразок К-0453), ліноленової від 13% (К-0454) до 33,0 % (М-17). Мінімальний уміст олеїнової кислоти в олії гірчиці білої становить 17,6 % (МБ-36), максимальний — 31 % (сорт Кароліна). Для лінолевої кислоти ці показники становлять 11,3 % (МБ-36) і 35 % (сорт Кароліна) відповідно. Різниця між мінімальним і максимальним значенням ліноленової кислоти в олії досліджених зразків гірчиці білої — лише 8,4 %. Максимальний її вміст — 26,2 % (сорт Талісман), мінімальний — 17,8 % (сорт Кароліна).

Мінливість досліджених зразків гірчиці чорної за вмістом ненасичених жирних кислот незначна. У середньому вміст олеїнової кислоти становить $22,9 \pm 1,39\%$, лінолевої —

$28,1 \pm 0,40\%$, ліноленової — $25,8 \pm 1,35\%$, коливання між максимальним і мінімальним значенням не перевищує 5 %.

Проведений аналіз кореляційних зв'язків між умістом жирних кислот, що є основою гірчичної олії, дає змогу прогнозувати тенденції їх співвідношення під час селекції на якість. Установлено, що вміст олеїнової кислоти в олії гірчиці сизої позитивно корелює з лінолевою кислотою з високим рівнем значущості ($r=0,72$ за $P=0,0001$). З умістом небажаних ліноленової ($r=-0,73$ за $P=0,0001$) та ерукової кислот ($r=-0,82$ за $P=0,0001$) зв'язок негативний з високим рівнем вірогідності. Відповідно взаємозалежність між умістом лінолевої кислоти з ліноленовою і еруковою у зразках гірчиці сизої також істотно негативна ($r=-0,65$ за $P=0,0001$) і ($r=-0,88$ за $P=0,0001$) відповідно. Водночас зв'язок між умістом ерукової і ліноленової кислот позитивний ($r=0,51$ за $P=0,0001$). Такі результати дають змогу здійснювати селекцію *Brassica juncea* на підвищення олеїнової та лінолевої кислот завдяки зниженню ерукової і ліноленової кислот.

Для гірчиці білої загалом характерні такі самі залежності: вміст ерукової кислоти істотно негативно корелює з олеїновою ($r=-0,74$ за $P=0,002$) та лінолевою кислотами ($r=-0,95$ за $P=0,0001$). Між олеїновою та лінолевою кислотами виявлено позитивний зв'язок ($r=0,59$ за $P=0,026$).

Гірчиця чорна дещо відрізняється від двох попередніх видів. У неї встановлено негативний зв'язок ерукової кислоти з ліноленовою ($r=-0,81$ за $P=0,001$) та олеїновою ($r=-0,45$ за $P=0,14$) кислотами. Кореляція ерукової кислоти з лінолевою виявилась позитивною з високим рівнем значущості ($r=0,99$ за $P=0,0001$). Взаємозалежність лінолевої кислоти з ліноленовою у гірчиці чорної є істотно негативною ($r=-0,87$ за $P=0,001$).

Висновки

Установлено, що з 3-х досліджених видів гірчиці *Sinapis alba* характеризується найнижчим умістом олії у насінні (до 30,6 %), максимальні значення для гірчиці сизої — 41,1 %, чорної — 37 %. Аналогічні результати отримано щодо вмісту алілгірчичної ефірної олії. Установлено негативну взаємозалежність між цими показниками.

Виявлено значний розмах варіювання основних жирних кислот в олії сизої та білої гірчиці. Більшою мірою це стосується ерукової кислоти. Встановлені кореляційні зв'язки свідчать про можливість ведення селекційної роботи на підвищення корисних для здоров'я людини олеїнової та лінолевої кислот водночас.

Бібліографія

1. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов/ В. Боровиков. — [2-е изд.]. (+CD). — СПб.: Питер, 2003. — 688 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 365 с.
3. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи/П.М. Жуковский. — Л.: Колос, 1964. — 401 с.
4. Журавель В.М. Мінливість жирнокислотного складу олії гірчиці сарептської і селекція на поліпшення її якості/В.М. Журавель, І.Б. Комарова// Міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту рослинництва НААН. — Селекція і насінництво. — Харків. — Вип.104. — 2013. — С. 75–80.
5. Замятина М. Горчица бывает разной/ М. Замятина//Наука и жизнь. — 2003. — № 10. — С. 100–103.
6. Мир культурных растений. Справочник. — М.: Мысль, 1994. — С. 109–111.
7. Abraham V. Further progress in utilization of a yellow seeded mustard in breeding programmes/ V. Abraham, C.R. Bhatia//Mutation breeding Newsletter. — 1988. — № 31. — P. 3–4.
8. Labana K.S. Genetic variability and inter character associations in the mutants of Indian mustard/ K.S. Labana, B.D. Chaurasia, Balwant Singh//Indian J. agric. Sci. —1980. —V.50, № 11. — P. 803–806.
9. Nayar G.G. Breeding strategy for the improvement of mustard (*Brassica juncea* Coss.)/ G.G. Nayar//Proc. Symp. Induced Mutant. Crop Improv., Hyderabad. — 1980. — № 1. — P. 258–265.
10. Rakow G. Opportunities and Problems in modification of levels of rapeseed C18 unsaturated fatty acids/G. Rakow, Mc. D.I. Gregor//J. of the American oil Chemists society. — 1973. — V.50, №10. — P. 400–403.

Надійшла 14.04.2014