

ВМІСТ ТА ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ОЛІЇ РИЖНО ЯРОГО

В. О. Лях, доктор біологічних наук
Запорізький національний університет
І. Б. Комарова
Інститут олійних культур

Наведено дані визначення олійності насіння рижню ярого та жирнокислотного складу його олії. Результати статистично оброблено і проаналізовано. Отримані кореляційні залежності жирнокислотного складу олії дають можливість вести цілеспрямовану селекційну роботу зі створення нових сортів харчового або промислового напрямку використання.

Ключові слова: рижій ярий, олійність, жирнокислотний склад, кореляційні залежності.

Рижій – перспективна олійна культура сімейства капустяних. Відрізняється невибагливістю до умов вирощування, скоростиглістю, стійкістю до ураження хворобами та шкідниками, майже не потребує використання пестицидів при вирощуванні, не засмічує поля і є непоганим попередником. Його напіввисихаюча олія застосовується як харчовий і технічний продукт: у металургії, лакофарбовому виробництві, миловарінні, зокрема при виробництві зеленого мила, та в інших галузях.

При селекції ярого рижню однією з найважливіших ознак є вміст олії в насінні, а також її склад. Тому нами був проведений порівняльний аналіз колекційних зразків за вмістом олії та її жирнокислотним складом з метою рекомендації їх для подальшого використання у селекції.

Дослідження проводились на базі 140 колекційних зразків різного географічного походження – з України, Чехії, Німеччини, Вірменії, Угорщини, Казахстану, Франції, Польщі, Фінляндії, різних регіонів Росії (Західного Сибіру, Карелії, Тамбовської, Ярославської, Калінінградської, Тульської, Курської, Волгоградської та інших областей), отриманих з колекції ВІР (Росія) [1].

Дослідження велися в контрастних погодних умовах 2004–2005 рр., що суттєво вплинуло на вміст олії у насінні. Більш сприятливим для розвитку рослин був 2004 р. Незначна кількість опадів у квітні та тривала посуха протягом травня разом з більш високою температурою впродовж періоду вегетації 2005 р. суттєво вплинули на ознаки, що вивчалися. Це дало змогу отримати об'єктивні дані щодо олійності колекційних зразків залежно від погодних умов.

1. Характеристика олійності насіння рижню ярого, %

Показник	2004 р.	2005 р.
Мінімальне значення	37,2	34,1
Середнє значення	40,9	38,9
Максимальне значення	45,5	43,3
Середнє квадратичне відхилення	1,47	1,77
Похибка середнього вибірки	0,13	0,15
Коефіцієнт варіації	3,6	4,6
Похибка коефіцієнта варіації	0,2	0,3

Зведені значення результатів досліджень стосовно вмісту олії у насінні рижню ярого представлені в таблиці 1. Крім того, наведено середнє квадратичне відхилення, похибка середнього, коефіцієнт варіації та його похибка [2].

За роками випробувань у популяції спостерігалась велика різниця як між середніми значеннями олійності, так і між її мінімальними та максимальними

показниками. Якщо у 2004 р. вміст олії змінювався від 37,2 % (сортозразок К-4142) до 45,5 % (сорт Ісилькулець) при середньому значенні для всієї вибірки $40,9 \pm 0,13$ %, то у 2005 р. він коливався від 34,1 % (К-4175) до 43,3 % (К-2046) при середньому $38,9 \pm 0,15$ %. Тобто, під впливом погодних умов вміст олії суттєво знизився. Коефіцієнти варіації у досліджуваній період становили $3,6 \pm 0,2$ % у 2004 р. та $4,6 \pm 0,3$ % у 2005 р.

Однак за індивідуальною реакцією сортозразки різнилися, вдалося виділити групу зразків, які вирізнялися стабільно високим вмістом олії по роках. У цілому спостерігалась тенденція до зниження вмісту олії в сортозразках у 2005 р., але окремі форми мали більшу олійність.

За результатами дворічних досліджень у 25 сортозразків вміст олії виявився більшим – 40 % і коливався у межах від 40,0 % (сортозразок К-3959, 2005 р.) до 45,5 % (Ісилькулець, 2004 р.). Найбільшу олійність за результатами двох років випробувань забезпечили: сорт Ісилькулець (44,1 %), сортозразки К-4031 (43,3 %) і К-3274 (43,0 %). Причому в більшості з них (18 сортозразків) простежувалася стабільність за цим показником – відносне коливання вмісту олії не перевищувало 5 % при максимальному значенні 6,9 % і середньому – 3,2 %.

Найбільш стабільними за цією ознакою серед сортозразків з вмістом олії більше 40 % виявились зразки К-3959 (40,1 %), К-2504 (40,4 %), К-2518 (40,5 %), К-4021 (40,9 %), К-4182 Чулимський (41,2 %), К-3966 (41,6 %), К-3973 (41,8 %). Відносне коливання вмісту олії у цих сортозразків за два роки не перевищувало 1 %.

Виділені сортозразки можуть бути використані в селекційній роботі зі створення сортів ріжю ярого зі стабільно високим вмістом олії.

Низький середньорічний вміст олії показали сортозразки К-4141 (36,5 %), К-548 (36,6 %), К-4142 (36,7 %), К-4175 (37,3 %), К-4062 (37,4 %), К-3866 (37,7 %) і К-4074 (37,7 %). Відносне коливання цього показника було у межах 2,7–17,5 % при середньому 10,0 %.

У той же час у сорту-стандарту Степовий 1 середні величини олійності у 2004 і 2005 рр. становили відповідно $40,9 \pm 0,25$ і $40,1 \pm 0,29$ %, а відносне коливання вмісту олії дорівнювало у середньому 3,2 %.

Групування сортозразків за ознакою олійності представлено у вигляді гістограми з накладеною щільністю нормального розподілу (рис. 1), характеристикою яких, як відомо, є середнє значення і середнє квадратичне відхилення [3]. З гістограми видно, що у 2004 р. лише 8,2 % сортозразків мали олійність менше 39 %, тимчасом як у 2005 р. у цей проміжок потрапляє майже половина всіх досліджуваних зразків (49,2 %).

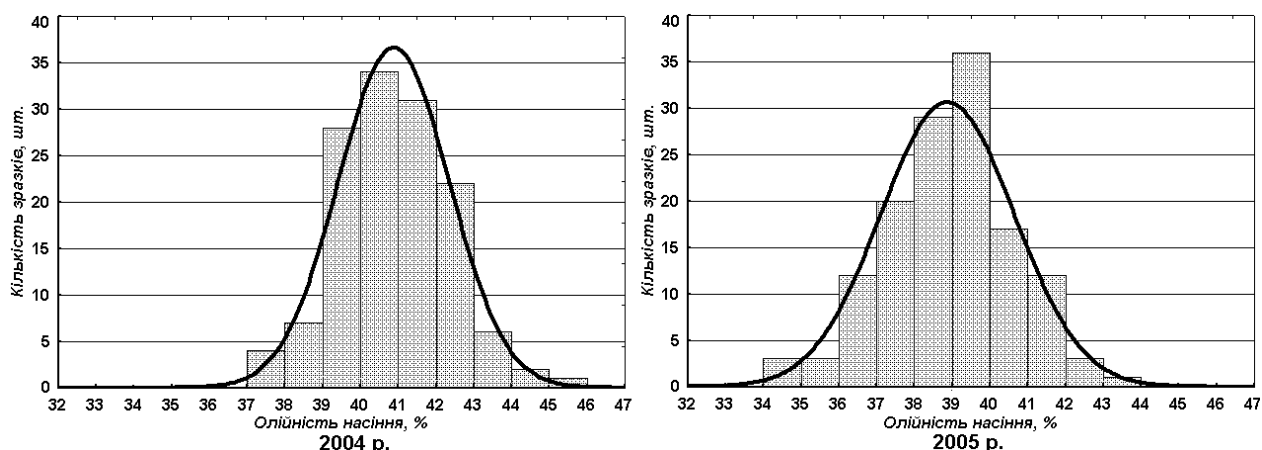


Рис. 1. Гістограми розподілу сортозразків ріжю ярого за олійністю насіння.

Більшість сортозразків (26,5 %) у 2005 р. мали олійність від 39 до 40 %. Групи з більш високим вмістом олії були значно меншими за об'ємом. У 2004 р. більше ніж чверть досліджуваних сортозразків (25,2 %) потрапили у групу, що характеризується вмістом олії від 40 до 41 %. Наступні групи були також набагато більшими за об'ємом, ніж у 2005 р. Так, у групі з олійністю від 41 до 42 % у 2004 р. було 23 % сортозразків проти 8,8 % у 2005 р.; від 42 до 43 % у 2004 р. – 16,3 % сортозразків проти 2,2 % у 2005 р.; від 43 до 44 % у 2004 р. – 4,4 % сортозразки проти 0,7 % у 2005 р. Олійність, більшу за 44 % у 2004 р. мали 2,2 % сортозразки. У 2005 р. таку олійність жодного разу не було зафіксовано. Це свідчить про значний негативний вплив на прояв цієї ознаки погодних умов 2005 р.

Як відомо, олія ріжю різко відрізняється від олії ріпаку й гірчиці внаслідок більш високого вмісту поліненасичених жирних кислот (лінолевої і ліноленової) і низького – ерукової кислоти [4]. Тому з метою рекомендації для подальшого використання у селекції на якість олії було досліджено сортозразки ріжю за його жирнокислотним складом.

Вміст жирних кислот у олії ріжю ярого визначався методом газорідинної хроматографії. Отримані дані середніх значень досліджуваних жирних кислот, середнє квадратичне відхилення, похибка середнього, коефіцієнт варіації та його похибка наведені у таблиці 2.

2. Жирнокислотний склад олії ріжю ярого

Показник, %	Пальмітинова (C16:0)	Стеаринова (C18:0)	Олеїнова (C18:1)	Лінолева (C18:2)	Ліноленова (C18:3)	Арахінова (C20:0)	Ейкозенова (C20:1)	Ерукова (C22:1)
Мінімальне значення	5,1	1,7	12,8	16,7	25,1	0,00	13,5	0,8
Середнє значення	6,1	2,1	16,3	19,9	36,3	0,64	16,4	2,2
Максимальне значення	7,0	3,0	30,3	24,0	43,5	2,10	16,5	3,7
Середнє квадратичне відхилення	0,40	0,30	2,56	1,85	4,39	0,60	0,93	0,69
Похибка середнього вибірки	0,05	0,04	0,35	0,25	0,59	0,082	0,13	0,09
Коефіцієнт варіації	6,6	14,1	15,7	9,3	12,1	94,76	5,7	30,9
Похибка коефіцієнта варіації	0,89	1,91	2,12	1,26	1,63	12,778	0,76	4,16

Дані з вивчення жирнокислотного складу сортотразків свідчать про значну мінливість вмісту жирних кислот в олії ріжю зі збереженням особливостей складу олії цієї культури (рис. 2). В олії переважають ліноленова й лінолева кислоти, досить великим є вміст олеїнової та ейкозенової кислот, а також присутня властива всім хрестоцвітим ерукова кислота, порівняно незначна кількість арахінової та насичених жирних кислот: пальмітинової і стеаринової.

Аналіз даних, представлених у таблиці 2, показує, що вміст ненасичених кислот коливався у дуже широких межах: олеїнової (C_{18:1}) від найменшого значення 12,8 % у сортотразка К-2500 до найбільшого 30,3 % у сортотразка К-4180; лінолевої (C_{18:2}) від 16,7 % (К-419) до 24,0 % (К-3297); для ліноленової (C_{18:3}) межі відповідно становили 25,1 % (К-4180) і 43,5 % (К-419), ейкозенової кислоти (C_{20:1}) найменше мав К-4158 (13,5 %), найбільше – К-4169 (18,5 %); найменше (0,8 %) ерукової кислоти (C_{22:1}) виявлено у К-4178 і найбільше (3,7 %) – у сортотразка К-4134.

Змінювався вміст насичених кислот: пальмітинової (C_{16:0}) від 5,1 % (К-2707) до 7,0 % у К-2503; стеаринової (C_{18:0}) від 1,7 % у К-339, К-407, К-419, К-3230, К-4140, К-4175 і К-4167 до 3,0 % (К-3297); арахінової (C_{20:0}) не виявлено у К-407, К-408, К-414, К-419, К-548, К-1357, К-2277, К-2283, К-2487, К-2489 і К-3816, найбільше (2,10 %) її містилося у К-4061.

У середньому ці показники становлять: для ліноленової кислоти 36,3±0,59 %, для лінолевої 19,9±0,25 %, ейкозенової 16,4±0,13 %, олеїнової 16,3±0,35 %, пальмітинової 6,1±0,05 %, ерукової 2,2±0,09 %, стеаринової 2,1±0,04 %, арахінової 0,64±0,082 %. Серед жирних кислот, що складають основу олії ріжю, найбільш варіабельними є олеїнова та ліноленова. Коефіцієнти варіації становлять відповідно 15,7±2,12 % і 12,1±1,63 %. Вміст лінолевої та ейкозенової кислот у різних сортотразків варіює меншою мірою: коефіцієнти варіації 9,3±1,26 % і 5,7±0,76 % відповідно.

Вміст жирних кислот в олії сорту-стандарту Степовий 1 становить: пальмітинової – 16,2, стеаринової – 2,0, олеїнової – 16,0, лінолевої – 19,2, ліноленової – 38,0, арахінової 0,2, ейкозенової – 16,1, ерукової – 2,3 %.

У зв'язку з можливістю використання олії ріжю у різних галузях промисловості слід виділити сортотразки, що відрізняються від інших за вмістом окремих жирних кислот. З сортотразків, придатних для використання олії на харчові цілі, заслуговує уваги сортотразок

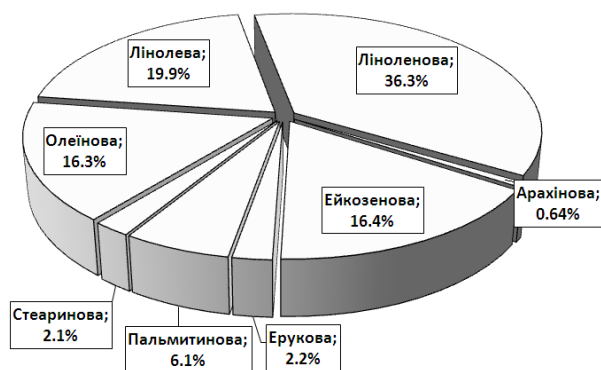


Рис. 2. Середні значення вмісту жирних кислот в олії ріжю ярого

К-4180, у якого дуже високий вміст олеїнової кислоти – 30,3 % (при середньому 16,3 %) і низький – ліноленової – 25,1 % (середнє 36,3 %). Вміст ерукової кислоти у дев'яти сортозразків не перевищував 1,5 %, особливо слід зазначити чотири з них: К-4178 (0,8%), К-1357 (0,9 %), К-2473 (1,1 %) і К-2489 (1,1 %).

При використанні олії рижю на технічні цілі цінними є зразки з високим вмістом поліненасичених жирних кислот. Сума лінолевої і ліноленової кислот коливалася від 42,70 % (К-4180) до 61,50 % (К-1357) при середньому значенні 56,3 %, причому в 40 сортозразків – 55 % і більше від суми жирних кислот, а у сортозразків К-419, К-1357, К-2487 і К-2489 вона перевищувала навіть 60 %.

Аналіз корелятивних взаємозв'язків між вмістом гліцеридів різних жирних кислот, наведений у таблиці 3, показав, що кореляції вмісту насичених жирних кислот між собою та з вмістом інших компонентів жирнокислотного складу не високі за силою. Максимальною є негативна кореляція вмісту стеаринової кислоти з ліноленовою ($r=-0,57$) і така ж за значенням, але позитивна, – з арахіновою.

Між вмістом ліноленової кислоти і всіма іншими жирними кислотами проявлялися суттєві негативні кореляції. Коефіцієнт кореляції становив мінімум 0,29 з пальмітиноювою кислотою і був максимальним ($r=-0,78$) з олеїновою кислотою. Між вмістом інших жирних кислот (лінолевої, арахінової, ейкозенової, ерукової) не виявлено суттєвих кореляційних зв'язків, крім уже згаданих негативних кореляцій з ліноленовою кислотою.

Вміст олеїнової кислоти має значну негативну кореляційну залежність ($r=-0,78$) з ліноленовою і незначну з еруковою, що суттєво при використанні олії на харчові цілі і свідчить про можливість підвищення вмісту олеїнової кислоти за рахунок ліноленової майже без збільшення вмісту ерукової.

3. Коефіцієнти кореляції для жирнокислотного складу олії рижю ярого

Параметр	Пальмітинова (C16:0)	Стеаринова (C18:0)	Олеїнова (C18:1)	Лінолева (C18:2)	Ліноленова (C18:3)	Арахінова (C20:0)	Ейкозенова (C20:1)	Ерукова (C22:1)
Пальмітинова (C16:0)	1,00	0,06	0,13	0,27	-0,29	0,10	0,05	-0,10
Стеаринова (C18:0)	0,06	1,00	0,39*	0,29	-0,57	0,57	0,2	0,03
Олеїнова (C18:1)	0,13	0,39	1,00	0,20	-0,78	0,43	-0,09	0,21
Лінолева (C18:2)	0,27	0,29	0,20	1,00	-0,62	0,18	0,05	0
Ліноленова (C18:3)	-0,29	-0,57	-0,78	-0,62	1,00	-0,66	-0,32	-0,39
Арахінова (C20:2)	0,10	0,57	0,43	0,18	-0,66	1,00	0,46	0,31
Ейкозенова (C20:1)	0,05	0,32	-0,09	0,05	-0,32	0,46	1,00	0,32
Ерукова (C22:1)	-0,10	0,03	0,21	0	-0,39	0,31	0,32	1,00

* Жирним шрифтом виділено значення суттєвих кореляційних зв'язків.

При використанні олії рижю на технічні цілі інтерес представляє сума вмісту лінолевої і ліноленової кислот. Вона позитивно корелює лише з ліноленовою (коефіцієнт кореляції $r = 0,91$) і негативно з іншими: найбільш суттєво з олеїновою ($r = -0,86$) і арахіновою ($r = -0,72$), найменш – з лінолевою і пальмітиноювою (коефіцієнти кореляції відповідно $r = 0,24$ і $r = -0,22$). Таким чином, у разі селекції ярого рижю на технічні цілі слід прагнути збільшення вмісту ліноленової кислоти за рахунок інших, і у першу чергу – олеїнової і ейкозенової.

Висновки.

1. Встановлено, що вміст олії у насінні ярого рижю під впливом погодних умов суттєво коливається. Середнє значення цієї ознаки у посушливих умовах з підвищеним температурним режимом знизилось на 2 %.

2. Виділені за результатами дворічних досліджень сортозразки з вмістом олії більше 40 %. Проаналізовано жирнокислотний склад олії колекційних сортозразків. Встановлено, що вміст ліноленової кислоти становить $36,3 \pm 0,59$ %, лінолевої – $19,9 \pm 0,25$ %, ейкозенової – $16,4 \pm 0,13$ %, олеїнової – $16,3 \pm 0,35$ %, пальмітинової – $6,1 \pm 0,05$ %, ерукової – $2,2 \pm 0,09$ %, стеаринової – $2,1 \pm 0,04$ %, арахінової – $0,64 \pm 0,082$ %.

3. Виявлено суттєві негативні кореляції вмісту ліноленової кислоти з усіма іншими жирними кислотами.

4. Виділені сортозразки з високим вмістом комплексу поліненасичених жирних кислот. У сортозразків К-419, К-1357, К-2487 і К-2489 сумарний вміст лінолевої та ліноленової кислот перевищує 60 %. Сортозразок К-4180 завдяки високому вмісту олеїнової кислоти (30,3 %) можливо використовувати при селекції зразків на харчові цілі.

Бібліографічний список

1. *Комарова І.Б.* Мінливість біометричних показників рижію ярого / *І.Б. Комарова, В.О. Лях* // Наук-тех. бюл. Ін-ту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2009. – Вип. 14. – С. 120–129.
2. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 365 с.
3. *Боровиков В.* STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – Питер, 2003. – 688 с.: ил.
4. Генотипические особенности масличных видов и сортов семейства Brassicaceae по содержанию и качеству масла в семенах / *А.И. Ермаков, Н.П. Ярош, Р.Я. Кузнецова, О.М. Мегорская* // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 1975. – Т. 55. – вып. 1. – С. 158–179.