

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД НАСІННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

І. Ф. Дрозд¹

Інститут олійних культур НААН України

Наведено результати досліджень, які свідчать про значний вплив погодних умов на вміст олії в насінні льону олійного та її жирнокислотний склад. З'ясовано, що підвищення концентрації лінолевої кислоти відбувається за рахунок зниження кількості олеїнової і лінолевої кислот. Виявлено окремі сорти та перспективні лінії з високими показниками вмісту лінолевої та олеїнової кислот у різні роки вирощування в умовах західного регіону України.

Ключові слова: льон олійний, жирнокислотний склад, олійність.

Україна за обсягами виробництва олії посідає одне з провідних місць в Європі. Загальна світова посівна площа олійних культур, включаючи сою, становить понад 100 млн га, а світове виробництво олії – близько 70 млн т. Найбільші посівні площі в нашій країні під соняшником (близько 96 % усіх олійних культур). На відносно невеликих територіях вирощують ріпак озимий, рицину, мак олійний, льон олійний, рижій ярий та ін. [5]. Нині в Інституті олійних культур селекція льону олійного ведеться за двома напрямками: створення сортів, які б задовольняли технічні і харчові потреби виробництва в олійній сировині. У зв'язку з цим вивчення біохімічних показників колекційних зразків, які залучаються при селекції льону олійного з метою вирощування в різних ґрунтово-кліматичних умовах, має важливе практичне значення.

Насіння льону олійного містить до 49% жирної олії, яка швидко висихає (йодне число 175–200 одиниць), утворюючи тонку гладеньку блискучу плівку. Вміст насичених жирних кислот (пальмітинової, стеаринової), на відміну від ненасичених (олеїнової, лінолевої, ліноленової), у льону олійного змінюється рідко і, за даними різних дослідників, коливається в межах 5–6% для пальмітинової і 4–5% стеаринової [4, 9]. Вміст лінолевої кислоти залежно від виду, сорту та генотипу змінюється від 3–9% до 63–69% [3]. Лляну олію з високим вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо лінолевої, використовують переважно на технічні, а з низьким – на харчові цілі [9].

Процес утворення і накопичення олії протікає в тісному зв'язку з життєдіяльністю рослинного організму в цілому і залежить від генетичних особливостей, властивих даному виду, онтогенезу та метеорологічних умов вирощування. Масова частка олії, її хімічний склад змінюються протягом всього періоду дозрівання насіння чи плодів. Кількість олії збільшується послідовно від початку формування насіння до кінця його дозрівання. Якісний склад жирних кислот для даного виду (форми, сорту) рослин залишається більш-менш постійним протягом онтогенезу, змінюються, як правило, кількісне співвідношення між жирними кислотами.

Вміст олії в насінні залежить від низки факторів, в першу чергу – від сортових особливостей та умов вирощування олійних культур [7].

Кліматичні фактори – світло, тепло і волога – суттєво впливають на ефективність олієутворення. Вивчення цих факторів дало можливість С. Л. Іванову сформулювати кліматичну теорію олієутворення. Згідно з нею процес олієутворення кожної рослини – це функція її генів та кліматичних факторів, із зміною яких змінюється якісний та кількісний склад жирних кислот. З просуванням олійних рослин з півдня на північ збільшується олійність насіння та вміст ненасичених кислот в жирнокислотному складі ліпідів. На думку С. Л. Іванова, ця властивість є адаптаційним пристосуванням до дії низьких температур. Так, залежно від географічної широти значення йодного числа лляної олії, яке є показником

¹ Науковий керівник доктор біологічних наук, професор В. О. Лях.

вмісту ненасичених жирних кислот, змінюється таким чином (г/100 г): Архангельськ – 195, Москва – 180, Ташкент – 154 [5].

Відомо, що не тільки процес олієутворення і кількість накопиченого у насінні олійних рослин жиру залежать від комплексу зовнішніх факторів [2, 3, 6]. Умови зовнішнього середовища мають великий вплив і на хімічний склад жирів. Так, в період дозрівання насіння під впливом різних температур в ньому накопичується більше ненасичених кислот, що підтверджується підвищенням йодного числа.

Вирішальне значення для підвищення вмісту олії в насінні має впровадження у виробництво високоолійних сортів і гібридів та застосування досконалої системи насінництва. Серед агротехнічних заходів на вміст і якість олії в насінні значно впливають добрива та норми їх внесення, режим зрошення, строки сівби, площа живлення рослин, строки збирання врожаю [1, 2, 9].

При високому рівні агротехніки та сприятливому вологозабезпеченні рослин олія накопичується інтенсивніше, тривалість цього процесу подовжується, що й зумовлює підвищення її вмісту в насінні. Досліди І. Д. Філіп'єва та І. О. Бідниної показують, що на півдні України (на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті) найбільший вміст олії в насінні льону олійного спостерігається у вологозабезпечені роки [8].

Була виявлена тенденція: жовте насіння льону олійного є більш олійним, незалежно від маси 1000 насінин. Паралельні дослідження F. Popescu, I. Marinescu, I. Vasile [10] показують, що високий вміст олії пов'язаний безпосередньо з більш крупним насінням культури. На підставі цих досліджень допускається, що збільшення кількості олії в жовтому насінні льону можливе, якщо маса 1000 насінин висока.

Вирощування льону олійного в західному регіоні насамперед пов'язане з особливостями ґрунтових і природних умов, географічним розташуванням. Відомо, що накопичення олії залежить від зовнішнього середовища, але більшу роль відіграє безпосередньо сорт [2, 10].

Передкарпатський регіон розташований у передгір'ї Карпат. Простягається він широкою смугою на сході, вузькою – на заході і характеризується хвилясто-рівнинним рельєфом. Орних земель тут близько половини всієї площі, решта – ліси, пасовища і сіножаті.

Клімат регіону помірно континентальний, характеризується невеликими різницями температур влітку і взимку, з високою відносною вологістю. Для клімату Львівщини характерні часті відлиги взимку, висока хмарність, обложні дощі інтенсивністю 0,1–0,3 мм/хв, наслідком яких є літньо-осінні паводки. Крім того, особливістю Передкарпаття є перевищення суми опадів за рік над кількістю випаруваної з поверхні води. Значна частина території належить до зони сталого, а багато гірських районів – до зони надмірного зволоження. У зв'язку з цим вологість повітря, а також запас води в ґрунті бувають переважно високими. Посушливо-суховійні явища спостерігаються дуже рідко.

На навчально-дослідній ділянці Дрогобицького державного педагогічного університету ім. І. Франка (Передкарпатська ґрунтово-кліматична зона) протягом 2009–2010 рр. вирощували наступні сорти та лінії льону олійного: Айсберг, Байкал, Ківіка, Південна ніч, Циан, Багатостебловий, Л-6, ЛС-2, М-45, М-67, ДЧ, Орфей, Золотистий.

Ґрунти поля, на якому закладалися досліди, дерново-підзолисті оглеєні середньосуглинкові. Вміст гумусу за Тюрнімом в орному шарі становить 2,63%, реакція ґрунтового розчину слабокисла, забезпеченість поживними речовинами середня. Запас поживних елементів у ґрунті на глибині орного шару 0–20 см становить: гідролізованого азоту (за Тюрнімом-Коновою) – 81 мг/кг, фосфору (за Кірсановим) – 142 мг/кг г, калію (за Кірсановим) – 61 мг/кг абсолютно сухого ґрунту.

Аналіз метеорологічних умов 2009 р. свідчить, що вони були сприятливими для вегетації льону олійного, що дало можливість провести сівбу льону олійного в другій декаді квітня. Гідротермічний режим травня наближався до середнього багаторічного показника, однак і травень (115,8 мм) і, особливо, червень (171,0 мм) відрізнялися досить високою

кількістю опадів. Температурні режими липня та серпня були досить рівномірними і сприятливими для формування і дозрівання врожаю (табл. 1).

Метеорологічні умови 2010 р. значно відрізнялися від попередніх. Через дощову погоду сіяли льон тільки в третій декаді квітня та першій декаді травня. Середньодобова температура повітря в травні становила 14,3 °С, а в червні – 17,3 °С. Температурний режим липня був значно вищим і становив 20,3 °С, при середньобагаторічному 17,6 °С. Протягом вегетаційного періоду льону олійного (квітень – липень) 2010 р. кількість опадів становила 494,4 мм, що на 24% більше від середньорічного рівня.

1. Метеорологічні показники під час проведення досліджень 2009–2010 рр.

Місяць	Середньодобова температура, С°			Опади, мм		
	2009 р.	2010 р.	середньобагаторічна	2009 р.	2010 р.	середньобагаторічні
Квітень	10,5	8,9	7,9	72,0	59,0	53,0
Травень	13,3	14,3	13,1	115,8	128,6	91,0
Червень	16,6	17,3	16,2	171,0	148,8	119,0
Липень	19,6	20,3	17,6	67,1	158,0	110,0
Серпень	17,9	19,0	16,9	75,0	33,0	92,0

Сорти льону висівали на двометрових ділянках з шириною міжрядь 15 см у 3-разовій повторності, глибина загортання насіння 2–3 см. Проти шкідників (льонової блохи) проводили дворазову обробку рослин інсектицидом децис (норма витрати 0,3 л/га). Десиканти на посівах льону не застосовували. Рослини збирали вручну у фазі повної стиглості насіння.

Вміст олії в насінні визначали за знежиреним залишком на апараті ЕЖ-101, а жирнокислотний склад – на газорідному хроматографі в Інституті олійних культур (м. Запоріжжя).

Результати дослідження підтверджують значний вплив погодних умов на вміст олії в насінні льону олійного та її жирнокислотний склад.

Вирощування льону в різних географічних районах показує, що накопичення ненасичених кислот в олії збільшується при зниженні температури в період дозрівання і підвищенні забезпеченості рослин вологою та суттєво впливає на процес олієутворення в насінні [5]. В умовах більш сприятливого 2009 р. насіння льону олійного відзначалось невисоким вмістом пальмітинової (3,5–4,5%), стеаринової (1,5–2,3%), олеїнової (7,7–15,8%) та лінолевої (9,4–13,7%) кислот і високим – ліноленової кислоти (61–78%), а також високим показником олійності (43–50%) (табл. 2).

2. Жирнокислотний склад олії льону олійного в умовах 2009 р.

Зразок	Олійність, %	Полінасічені кислоти, %		Поліненасичені кислоти, %		
		пальмітинова	стеаринова	олеїнова	лінолева	ліноленова
Байкал	42,37±1,34	4,41±0,65	1,57±0,12	15,95±1,87	13,41±0,23	64,65±2,56
Циан	47,64±1,15	3,62±0,95	1,54±0,11	15,80±0,96	13,11±0,76	65,93±1,98
Ківіка	43,88±1,65	4,46±0,38	1,80±0,38	21,22±0,67	10,99±0,38	61,52±0,78
Айсберг	48,96±0,89	4,04±0,52	1,32±0,67	14,50±1,37	13,23±1,18	66,90±1,67
Південна ніч	45,33±2,67	3,71±1,45	1,93±0,39	14,83±1,85	13,34±1,86	66,18±2,59
Багатостебловий	46,49±1,43	3,321±1,49	1,62±0,28	13,91±2,56	11,15±1,38	70,00±2,69
Л-6	44,75±0,62	4,23±0,80	1,73±0,47	13,70±2,17	9,49±1,65	70,85±1,43
ЛС-2	48,25±0,83	4,40±0,86	1,55±0,37	14,84±0,82	10,40±0,34	68,79±1,63
М-45	50,68±1,12	4,14±0,72	1,60±0,17	7,79±2,13	7,67±0,93	78,79±2,01
М-67	48,25±1,42	3,50±0,95	1,96±0,32	15,00±1,84	13,68±0,82	65,85±1,75
ДЧ	45,11±0,93	4,39±1,37	1,80±0,54	14,21±2,49	11,89±0,60	67,01±2,89
Золотистий	50,68±0,85	3,64±0,49	1,75±0,10	9,28±0,61	10,06±0,43	75,26±0,76
Орфей	48,43±1,19	4,48±0,87	2,32±0,39	15,92±1,79	13,73±0,55	63,54±2,29

В умовах менш сприятливого 2010 р., на відміну від 2009 р., у насінні льону олійного був більший вміст пальмітинової (5,2–6,8%), стеаринової (3,5–4,6%), олеїнової (14,8–21,2%) та лінолевої (12,3–16,9%) кислот і менший – ліноленої кислоти (51,1–63,7%) та нижчий показник олійності (41–46%) (табл. 3). Збільшення концентрації ліноленої кислоти відбувається за рахунок зниження кількості олеїнової і лінолевої кислот. Особливо це помітно було в умовах 2009 р. – кількість ліноленої кислоти варіювала в межах 64–78%.

3. Жирнокислотний склад олії льону олійного в умовах 2010 р.

Зразок	Олійність, %	Полінасічені кислоти, %		Поліненасічені кислоти, %		
		пальмітинова	стеаринова	олеїнова	лінолева	ліноленова
Байкал	42,11±1,55	5,23±0,89	3,11±0,72	21,71±0,25	16,91±0,70	53,00±1,40
Циан	47,02±1,69	6,00±0,47	4,02±1,23	17,43±1,03	14,63±1,39	58,41±2,35
Ківіка	41,43±2,65	6,21±0,48	2,41±1,56	27,44±2,78	14,84±1,72	49,33±2,78
Айсберг	45,57±1,57	6,44±0,72	3,12±1,10	18,60±2,88	14,62±0,92	57,30±2,65
Південна ніч	42,75±2,15	6,13±1,10	2,93±0,45	21,65±1,07	14,30±0,63	55,25±1,34
Багатостебловий	44,42±2,28	5,96±0,83	3,03±0,50	15,52±1,65	12,32±0,29	63,31±1,82
Л-6	43,21±2,25	6,51±0,49	3,64±0,87	16,85±1,08	12,14±0,85	61,00±2,73
ЛС-2	46,63±1,68	6,83±0,84	2,72±0,94	18,86±0,74	12,46±0,69	59,33±1,45
М-45	44,44±1,77	6,00±0,53	3,04±0,66	14,13±1,34	11,31±0,52	65,76±1,75
М-67	44,13±1,34	6,65±0,81	3,54±0,70	18,42±1,39	14,83±0,61	56,81±1,34
ДЧ	45,58±1,27	6,31±0,76	3,33±0,61	18,36±1,01	14,50±0,37	57,44±1,08
Золотистий	42,23±1,35	6,72±0,64	3,91±0,71	15,82±0,83	14,53±0,45	59,12±1,39
Орфей	44,32±1,08	6,35±0,56	4,60±0,86	22,38±1,72	15,85±0,73	51,11±1,03

Найбільший вміст ліноленої кислоти в умовах 2009 р. (в межах 70–75%) та 2010 р. (в межах 59–64%) був у таких сортів та перспективних ліній, як Золотистий, Багатостебловий, ЛС-2, М-45, Л-6. Характерно, що всі ці зразки, за винятком Л-6, жовтонасінневі і результати підтверджують: жовте насіння льону олійного містить більше ліноленої кислоти. Тому при створенні сортів технічного призначення доцільно відбирати жовтонасінневі форми.

Сорти Ківіка, Байкал, Південна ніч, Орфей вирізнялися більш високим вмістом олеїнової кислоти в 2009–2010 рр. порівняно з іншими зразками. Зокрема, це стосується сорту Ківіка, у якого протягом двох років вміст олеїнової кислоти коливався в межах 21–27%, при цьому кількість ліноленої кислоти була найменшою порівняно з іншими зразками. Тому олію даного сорту краще використовувати на харчові цілі.

В 2009 р. показник олійності у зразків варіював в межах 42,3–50,6%, найбільшим він був у сорту Золотистий та лінії М-45. В обох зразків олійність перевищувала 50%. У 2010 р. показник олійності виявився значно нижчим порівняно з минулим роком і варіював в межах 41,4–44,2%. Високими показниками вирізнялися сорти – Циан і Айсберг та лінії – ЛС-2 і ДЧ. Вміст олії в насінні сорту Південна ніч коливався від 42,7 до 45,0%, а показник олійності був відносно невисокий.

Висновки. Підтверджено значний вплив погодних умов на жирнокислотний склад олії льону олійного. Найвищий рівень олійності (до 50%) та високий вміст ліноленої кислоти (до 78,8%) виявлено у більш сприятливий для вирощування льону олійного 2009 р., порівняно з 2010 р. Високими показниками вмісту ліноленої кислоти, незалежно від умов року, характеризувалися переважно жовтонасінневі зразки – сорт Золотистий та лінії Багатостебловий, М-45 і ЛС-2.

Бібліографічний список

1. Отзывчивость льна масличного на погодно-климатические условия / С. И. Вакула, Л. В. Корень, Н. В. Анисимова, В. В. Титок // Материалы Междунар. науч.-практич. конф.

- [«Льноводство: реалии и перспективы»], (Устье, 25–27 июня 2008 г.) / РУП Ин-т льна; редкол.: *И. А. Голуб* (гл. ред.) [и др.]. – Могилев. обл. укрупн. тип, 2008. – С. 79–82.
2. *Верещагин А. Г.* Влияние фенотипа и генотипа масличных растений на жирнокислотный состав масла / *А. Г. Верещагин* // Физиология растений. – 1976. – Т. 23, вып. 3. – С. 600–613.
 3. *Мальшева А. Г.* Биохимические особенности семян сортов льна масличного / *А. Г. Мальшева, М. А. Сорочинская* // Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 1981. – Вып.78. – С. 31–34.
 4. *Мищенко Л. Ю.* Биохимические особенности семян линий льна масличного, различающихся по окраски семени / *Л. Ю. Мищенко* // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – 2001. – Вып. 124. – С. 112–113.
 5. *Пешук Л. В., Косенко Т. Т.* Біохімія та технологія оліе-жирової сировини: навч. посіб.– К.: Центр учбової л-ри, 2011. – 296 с.
 6. *Полякова И. А.* Влияние условий выращивания на продуктивность льна масличного / *И. А. Полякова, В. А. Ручка, О. В. Никитенко* // Науч.-техн. бюл. Ин-ту олійних культур УААН. – Запоріжжя, 2005. – Вып. 10. – С. 179–183.
 7. *Распутин В. М.* Повышение масличности льна в процессе селекции / *В. М. Распутин, К. А. Исаков, И. А. Смирнов* // Масличные культуры. – 1987. – № 1. – С. 65–69.
 8. *Філіп'єв І. Д.* Вміст олії в насінні льону олійного залежно від погодних умов та фону живлення на півдні України / *І. Д. Філіп'єв, І. О. Біднина* // Зрошуване землеробство: зб. наук. пр. – Херсон: Атлант, 2008. – Вып. 50. – С. 105–109.
 9. *Drozd I. F.* Comparative description of oilness of sorts of flax oily in various conditions of growing / *I. F. Drozd, V. O. Lyakh, M. P. Shpek* // Materiały Jubileuszowej V Ogólnopolskiej Młodzieżowej Konferencji Naukowej. – Rzeszów, 2009. – P. 20–24.
 10. *Popescu, F.* Combining ability and heredity of some important traits in linseed breeding / *F. Popescu, I. Marinescu, I. Vasile* // Australian Journal of Agricultural Research. – 1981. – Vol. 32(4). – P. 599–607.