

## МЕТОДИ ТА НАПРЯМИ СЕЛЕКЦІЙНОЇ РОБОТИ З ЛЬОНОМ ОЛІЙНИМ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Ю.О. Махно, В.О. Лях, Т.Г. Товстановська, Є.О. Сагайдак

*Інститут олійних культур НААН*

Представлені основні напрями і методи селекції, що використовуються у лабораторії селекції льону Інституту олійних культур НААН. Створення нових сортів льону олійного здійснюється як традиційними (добір з гібридної популяції), так і новітніми (пилкова селекція, експериментальний мутагенез) методами селекції. Можлива суттєва інтенсифікація селекційного процесу з залученням методу електрофорезу запасних білків насіння. Вивчено 208 зразків за ознаками тривалості вегетаційного періоду, олійності, вмісту ліноленої кислоти та ін.

**Ключові слова:** льон олійний, метод селекції, напрям селекції, колекційний зразок, селекційний зразок, міжвидовий гібрид, мутантна форма, сорт.

**Вступ.** Зростаючі вимоги виробництва до нових сортів льону олійного потребують вдосконалення теоретичних і методичних аспектів селекційної роботи.

При створенні нового сорту селекціонер повинен перш за все визначити його модель, характеристики ознак, значення яких він хоче досягти, щоб перевершити стандартний сорт. Досягнення максимально можливого вираження таких ознак як, наприклад, врожайність насіння, збір олії з одиниці площі, маса 1000 насінин, а також комплекс біологічних, господарсько-цінних, біохімічних ознак і гомеостатичність забезпечують різностороннє використання новоствореного сорту [1].

До якості лляної олії, в залежності від напрямів використання, висуваються певні вимоги. Так, технічна олія, яка використовується для виготовлення оліфи, фарб, лаків і т.д., повинна містити максимальну кількість ліноленої кислоти і мати високе йодне число [2]. Застосування мутагенів на льоні дозволяє отримувати новий вихідний матеріал для селекції технічного та харчового використання [3].

Ефективність селекції льону олійного в значній мірі залежить від залучення в селекційний процес джерел з високим рівнем прояву цінних ознак, які генетично контролюються. Вирішення цієї задачі можливе із застосуванням сучасних методів, таких як електрофорез запасних білків насіння [4]. Завдяки даному методу можливо також проведення ідентифікації зразків культурного льону.

Ціль роботи – у всебічному вивченні селекційного матеріалу та виділенні кращих зразків для створення сортів різних напрямів використання.

**Матеріал та методи досліджень.** Закладка селекційних розсадників (конкурсне сортовипробування, розсадник попереднього сортовипробування, розсадники 1-го та 2-го років вивчення, колекційний розсадник, гібридні розсадники F<sub>1</sub> та F<sub>2</sub>, розсадник гібридизації) виконувалась згідно методичних

рекомендацій [5]. Вивчення колекційних зразків проводили, керуючись методичними вказівками ВІР з вивчення колекції льону (*Linum usitatissimum* L.) [6].

Електрофорез запасних білків льону олійного у поліакриламідному гелі проводили в лабораторії генетики та електрофорезу Інституту олійних культур НААН за розробленим способом для цієї культури. Для розподілення запасних білків використовували поліакриламідний гель з концентрацією 11,8 %, джерело струму 0,08 А, напруга 400 В. Електрофорез проводили в однакових умовах. Аналізу підпадали білки з індивідуальних насінин. Електрофореграми визначали у трьох повтореннях для кожного варіанту дослідження. Отримані білкові фракції, виявлені на електрофореграмах, характеризувалися величиною відносної електрофоретичної рухливості, розрахованої стосовно рухливості розчину обважнювача. Порівняння електрофоретичних спектрів проводили з сортом-стандартом і між собою [7].

Математичну обробку даних здійснювали за Доспеховим Б.А. в програмі MSTAT-C [8].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Успішне створення високопродуктивних сортів льону олійного в значній мірі залежить від формування та вивчення колекції. З 1997 року в Інституті олійних культур ведеться вивчення світової колекції льону і подальше використання колекційних зразків у якості джерел господарсько-цінних ознак у селекційних програмах. Колекційні зразки представлені зразками вітчизняної та закордонної селекції з різних країн світу, зразками мутантного походження та дикими видами льону. Встановлено велику генетичну різноманітність, виділено зразки, що мають високі та стабільні показники господарсько-цінних ознак (табл. 1).

Результатом всебічного вивчення була реєстрація робочої ознакової колекції льону олійного за елементами продуктивності в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України (м. Харків, 2010 р.). Створено також колекцію мутантів льону олійного, яка містить більше 100 зразків. Частина з них також передана до Національного центру генетичних ресурсів.

З використанням генофонду колекції льону в ІОК НААН створено 9 сортів льону олійного.

Для розширення генетичного різноманіття використовуються як традиційні, так і новітні методи селекції. Так, сорт Орфей створено методом індивідуального добору з гібридної комбінації К-4054 (Аргентина) × К-7822 (Циан, ВНДІОК), а сорт Водограй - у результаті індивідуального добору з гібридної комбінації К-14201-Д (Кіровоград. досл. ст.) × К-7679 (Аргентина).

Широко використовуються методи пилкової селекції та експериментального мутагенезу. Саме методом мікрогаметофітного добору з гібридної комбінації К-6080 (Португалія) × К-5957 (США) створено сорт Південна ніч, який є національним стандартом.

При використанні фізичних і хімічних мутагенів отримано селекційний матеріал різного спрямування, у тому числі зі зміненим жирно кислотним складом олії. Окремі мутантні зразки залучаються до схрещувань, а кращі з них безпосередньо стали сортами. Шляхом прямого добору мутантів колекційних зразків К-7822 (Циан, ВНДІОК) та К-7487 (Чехословаччина) створено сорти Айсберг та Золотистий. Сорт Ківіка, запропонований для харчового використання, створений методом індивідуального добору з мутантного зразка М-19.

**Характеристика кращих колекційних зразків льону олійного  
(дані ІОК, 2005-2011 рр.)**

Назва зразка	Тривалість вегетаційного періоду, днів	Олійність, %	Маса 1000 насінин, г	Вміст ліноленової кислоти, %
Джерела ранньостиглості				
К-4009 (США)	77±1,81	43,0±0,71	4,7±0,38	55,9±0,39
К-5724 (Циррус)	80±1,74	40,2±0,95	6,0±0,30	53,8±0,45
К-7346 (Хосхангабад)	78±1,62	41,1±0,56	5,5±0,21	58,0±0,54
К-7919 (Симахінський)	76±1,35	40,0±0,87	5,4±0,22	55,8±0,58
СІ 12611 Selfiber (Міннесота)	78±1,80	42,7±0,68	5,0±0,35	56,6±0,62
М-26 (ІОК)	81±1,59	48,5±0,69	8,4±0,11	63,0±0,47
М-17 (ІОК)	78±1,62	44,2±1,15	5,4±0,15	59,2±0,58
Джерела високої олійності				
К-7963 (ВНПМК-620, Росія)	85±1,45	48,1±0,57	7,6±0,27	61,2±0,56
К-7964 (Ручейок, Росія)	86±1,84	49,2±0,45	6,6±0,30	55,0±0,42
К-8156 (Северний, Сибір. досл. ст.)	85±1,63	47,7±0,69	7,7±0,27	65,5±0,36
К-8157 (Легур, Сибір. досл. ст.)	86±1,45	49,3±0,87	7,6±0,20	60,6±0,89
1706-У (Кіров. досл. ст.)	86±1,54	47,6±0,93	6,3±0,20	60,3±1,10
М-28 (ІОК)	85±1,63	50,3±0,78	7,4±0,22	68,2±1,15
М-67 (ІОК)	83±1,85	48,5±0,75	7,1±0,18	50,8±0,98
Джерела великої маси 1000 штук насінин				
К-1176 (Індія)	87±1,54	43,4±0,65	9,4±0,35	50,6±0,64
К-6080 (Португалія)	88±1,84	44,1±0,68	8,8±0,21	52,4±0,89
К-6320 (Марокко)	85±1,29	45,3±0,75	8,5±0,27	51,8±1,22
К-6774 (Марокко)	88±1,47	43,2±0,64	9,9±0,23	53,1±1,34
К-8030	82±1,39	42,7±0,84	9,3±0,15	65,9±0,68
Л-1 (ІОК)	84±1,65	43,36±0,65	9,1±0,17	57,8±0,87
Л-6 (ІОК)	87±1,62	45,13±0,58	10,2±0,11	61,7±0,89
Південна ніч – контроль	87	44,5	7,8	56,5

Наявність маркерних ознак є невід'ємним компонентом сучасних комерційних сортів. Створені нами сорти мають відмітні морфологічні маркерні ознаки, що сприяє кращому веденню насінництва та захисту прав селекціонера (табл. 2).

В існуючому асортименті сортів льону, внесених до Державного Реєстру сортів України, маса 1000 насінин коливається в межах 7-8 г. Впровадження нового сорту льону олійного з підвищеною масою 1000 насінин (більше 9 г), з високими показниками врожайності, олійності та вмісту ліноленової кислоти надасть можливість здешевити собівартість олії і тим самим підвищити рентабельність її виробництва. Крім цього, збільшення розміру насіння сприятиме ретельному очищенню від бур'янів, що є досить важливим у насінництві цієї культури.

З 2010 року до Державного сортопробування передано великонасінневий сорт льону олійного Світлозір, який створено методом індивідуального добору з гібридної популяції Авангард × МР-485 (табл. 3).

Таблиця 2

**Характеристика сортів льону олійного селекції ІОК НААН**  
(дані ІОК, середнє за 2008-2012 рр.)

Сорти	Маркерна ознака		ТВП, діб	Висота рослин, см	Урожайність, ц/га	Маса 1000 шт. насінин, г	Олійність, %	Вміст лінолевої кислоти, %
	квітка	насіння						
Айсберг	біла «зірко-подібна»	помірно-коричневе	78,2	42,4	16,6	6,5	47,5	60,5
Дебют	фіолетова	темно-коричневе	73,0	43,5	16,2	6,8	46,3	61,5
Орфей	блакитна	помірно-коричневе	77,5	44,7	17,1	6,6	47,6	58,7
Золотистий	велика біла, хлорофільна верхівка	жовте	88,0	48,5	15,6	7,8	50,7	69,1
Ківіка	мала фіолетова	помірно-коричневе	74,0	46,2	11,9	5,3	42,2	42,6
Водограй	блакитно-фіолетова	помірно-коричневе	80,8	47,0	17,9	6,7	48,2	66,0
Південна ніч - стандарт	велика фіолетова	помірно-коричневе	81,2	45,2	13,5	7,2	45,7	57,2
НСР <sub>05</sub>			1,97	3,83	2,38	0,56	1,15	2,32

Таблиця 3

**Результати конкурсного сортовипробування великонасіннєвого сорту Світлозір**  
(дані ІОК, середнє за 2010-2011 рр.)

Ознака	Сорт		± до контролю
	Світлозір	сорт-контроль Південна ніч	
Тривалість вегетаційного періоду, діб	84,5±1,52	85,0±1,78	-0,5
Висота рослин, см	54,4±1,31	44,4±1,15	+10,0
Урожайність, ц/га	16,0±0,85	13,5±0,75	+2,5
Олійність, %	46,6±0,75	41,8±0,62	+4,8
Маса 1000 насінин, г	9,2±0,34	7,1±0,22	+2,1
Вміст лінолевої кислоти, %	65,4±0,45	55,7±0,51	+9,7

У зв'язку зі зміною клімату у бік потепління на сьогодні нагальною є потреба у створенні скоростиглих, високоврожайних сортів льону олійного для просування культури у північні та західні регіони України, зацікавленість у якій там існує. Генетичне різноманіття, представлене в різних колекціях льону олійного Інституту олійних культур, дозволяє створювати сорти з короткою тривалістю вегетаційного періоду (табл. 4).

Таблиця 4

**Характеристика перспективних ліній льону олійного зі скороченою тривалістю вегетаційного періоду**  
(дані за 2010-2012 рр.)

Зразок	ТВП, діб	Урожайність, ц/га	Маса 1000 шт. насінин, г	Олійність, %	Вміст ліноленової кислоти, %
In (Л-4×М-22)	74,5	13,0	5,9	47,3	58,7
In (Циан×К-6080)	72,5	12,3	5,3	45,8	56,6
In (1706-У×К-1614)	73,0	11,8	6,0	47,1	62,3
In (Циан×М-67)	74,7	15,8	6,3	47,5	62,2
In (М-21×Авангард)	79,0	11,7	8,2	45,7	61,0
контроль – Південна ніч	83,7	9,8	6,5	42,1	53,8
НСР <sub>05</sub>	1,15	1,52	0,51	2,37	3,42

Методом індукованого мутагенезу нами було отримано серію зразків зі зміненим жирно-кислотним складом олії, що дозволяє вести ефективний селекційний процес створення сорту льону харчового використання – з підвищеним вмістом комплексу олеїнової і лінолевої кислот та зі зниженим вмістом ліноленової кислоти (табл. 5).

Таблиця 5

**Характеристика зразків з підвищеним вмістом комплексу олеїнової і лінолевої кислот**  
(дані ІОК, 2009-2011 рр.)

Зразок	Вміст основних жирних кислот, %				
	Олеїнова	Лінолева	Ліноле-нова	Комплекс олеїнової і лінолевої кислот	– до стандарту
ІЗ-2К	25,1	18,3	45,1	43,4	8,0
In (6-8-гніздий ×М-22)	28,3	16,4	43,6	44,7	9,3
In (М-22×Авангард)	31,8	17,1	38,9	48,9	13,5
М-17	32,2	14,3	45,8	46,5	11,1
№8 (70847)	26,8	18,6	45,2	45,4	10,0
In (4139×М-28)	26,2	17,0	48,4	43,2	7,8
80381 (71508)	25,6	16,8	48,9	42,4	7,0
контроль-Південна ніч	28,0	20,9	51,1	44,9	9,5
НСР <sub>05</sub>	1,53	1,0	3,12		

Методом електрофорезу нами були вивчені запасні білки насіння 5 зразків льону, які різнилися за ознаками скоростиглості (мутантні лінії М-31, М-32-2, сорти Сонячний, Ківіка, Південна ніч) та деякими іншими ознаками, зокрема співвідношенням окремих жирних кислот. В цілому в електрофоретичних спектрах спостерігався прояв стабільних білкових зон I, II, III. Щодо варіабельних зон, у зразків присутні IV, V, та додаткові зони білкових компонентів - IIa, IIIa. Досліджуваний матеріал характеризувався за присутністю-відсутністю білкових компонентів у спектрах, рухливості та інтенсивності прояву. Число компонентів у вивченого генотипу варіювало від 7 до 11. Серед досліджених зразків зустрічалися як монотипні (Південна ніч, М-31, Ківіка), які не дають розщеплень за спектром білка, так і політипні (М-32-2, Сонячний) (рис. 1).

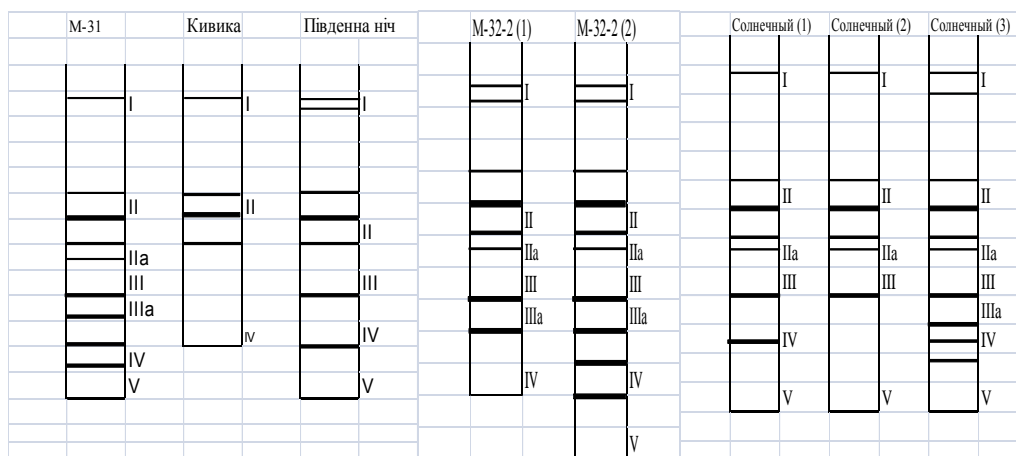


Рис. 1. Схеми електрофоретичних спектрів мутантних ліній та сортів льону олійного

Встановлено, що досліджені генотипи мають певний поліморфізм за білковими спектрами, який виражається у присутності-відсутності окремих білкових компонентів. Даний підхід у вивченні батьківських форм дозволяє за спектром гібридної форми припустити ефективність підбору пар, які використовуються в схрещуваннях.

**Висновки.** Таким чином, створення нових сортів льону олійного запорізької селекції здійснюється як традиційними (добір з гібридної популяції), так і новітніми (пилкова селекція, експериментальний мутагенез) методами селекції. Практичним результатом селекційної роботи з льоном олійним є створення високопродуктивних сортів:

- методом індивідуального добору з гібридної комбінації – Орфей, Водограй, великонасінневий сорт Світлозір;
- методом мікрогаметофітного добору – Південна ніч;
- методом експериментального мутагенезу – Айсберг, Золотистий, сорт харчового напрямку Ківіка.

Одержаний селекційний матеріал дозволяє успішно проводити роботу по виведенню нових сортів різних напрямів використання, адаптованих до певних кліматичних умов.

Можлива суттєва інтенсифікація селекційного процесу з залученням методу електрофорезу запасних білків насіння.

### *Література*

1. Лен масличный: селекция, семеноводство, технология возделывания и уборки / [Галкин Ф.М., Хатнянский В.И., Тишков Н.М., Пивень В.Т., Шафоростов В.Д.]. – Краснодар : РАСХН, ГНУ ВНИИМК, 2008. – 191 с.
2. Галкин Ф.М. Перспективы селекции льна масличного на качество масла / Ф.М. Галкин, И.В. Шведов, Л.Г. Рябенко // «Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур»: сборник докладов международной научно-практической конференции (5 июня). Краснодар, 2003. – С. 116-119.
3. Лях В.А., Индуцированный мутагенез масличных культур: монография / В.А.Лях, И.А. Полякова, А.И. Сорока // под. ред. В.В.Моргуна. – Запорожье: ЗНУ, 2009. – 226 с.
4. Молекулярно-биологические аспекты прикладной ботаники, генетики и селекции / [Конарев В.Г., Гаврилюк И.Г., Губарев Н.К. и др.]. – М.: Колос, 1993. – 447 с.
5. Лях В.О. Селекція льону олійного. Методичні рекомендації / В.О. Лях, І.О.Полякова. – Запоріжжя: Запорізький національний університет. - 2008. – 40 с.
6. Изучение коллекции льна (*Linum ussitatissimum L.*). Методические указания, Ленинград: ВИР. – 1988.
7. А.с. 27671 Україна, Спосіб електрофоретичного розподілення запасних білків насіння льону / В.О. Лях, О.М. Войтович, І.О. Полякова, Ю.О. Махно, І.В. Аксьонов. – № U 2007 072 99, заявл. 12.11.2007, бюл. № 12.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М., Агропромиздат. – 1985. – 354 с.

## **МЕТОДЫ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ СО ЛЬНОМ МАСЛИЧНЫМ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ**

**Ю.А. Махно, В.А. Лях, Т.Г. Товстановская, Е.А. Сагайдак**

Представлены основные направления и методы селекции, которые используются в лаборатории селекции льна Института масличных культур НААН. Создание новых сортов льна масличного осуществляется как традиционными (отбор из гибридной популяции), так и новейшими (пыльцевая селекция, экспериментальный мутагенез) методами селекции. Возможна существенная интенсификация селекционного процесса с привлечением метода электрофореза запасных белков семян. Полученный селекционный материал позволяет успешно проводить работу по выведению новых сортов различных направлений использования, адаптированных к определенным климатическим условиям.

**Ключевые слова:** лен масличный, метод селекции, направление селекции, коллекционный образец, селекционный образец, межвидовой гибрид, мутантная форма, сорт.

## METHODS AND TRENDS IN OIL FLAX BREEDING FOR THE SOUTH STEPPE OF UKRAINE

Y.O. Makhno, V.A. Lyakh, T.G. Tovstanovskaya, E.O. Sagaydac

The main directions and methods of breeding, which use at the laboratory of flax breeding of the Institute of oilseed crops of NAAS, are presented. Creation of oil flax new varieties performed both traditional (the selection from a hybrid population) and modern (pollen selection, experimental mutagenesis) breeding methods. A substantial intensification of the breeding process involving electrophoresis method of seed storage proteins is available. The resulting breeding material can be successfully used to develop new varieties of different directions of using, adapted to the specific climatic conditions.

**Key words:** oil flax, selection method, breeding trend, collection specimen, breeding specimen, interspecific hybrid, mutant sample, variety.

*Рецензент: В.Г. Михайлов, доктор с.-г. наук, професор, головний наук. співробітник відділу селекції і насінництва зернобобових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН».*