

**ВІТКОВСЬКА Ю. С.<sup>1✉</sup>, ПОЛЯКОВА І. О.<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Інститут олійних культур НААН України,

Україна, 70417, Запорізька обл., Запорізький р-н, с. Сонячне, вул. Інститутська, 1, e-mail: julia19vitkovska@gmail.com

<sup>2</sup> Запорізький національний університет,

Україна, 69600, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66, e-mail: ira.linum@gmail.com

✉ julia19vitkovska@gmail.com, (066) 430-05-08

## СТВОРЕННЯ СЕЛЕКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО З ПІДВИЩЕНОЮ ХОЛОДОСТІЙКІСТЮ МЕТОДОМ ГІБРИДИЗАЦІЇ

**Мета.** Метою дослідження є створення селекційного матеріалу льону олійного з підвищеною холодостійкістю із застосуванням різних методів гібридизації. **Методи.** Для досягнення поставленої мети були здійснені такі методи: прості (парні та реципрокні) та складні (беккроси, потрійні, чотири- та п'ятикомпонентні ступінчасті) схрещування. В селекційний процес були залучені перспективні донори холодостійкості. Створення комбінацій схрещування здійснювалося на основі гіпотез множинної дії генів та гетерозису. **Результати.** Результатами дослідження є створення генотипів льону олійного з підвищеною холодостійкістю. **Висновки.** Встановлено, що парні схрещування виявилися менш ефективними порівняно з різними типами складних. Підвищенню адаптивних ознак та властивостей до гіпотермії сприяє формотворчий процес складних схрещувань. Найкращим донором холодостійкості виявився сорт Sideral.

**Ключові слова:** льон, холодостійкість, гібридизація, прості схрещування, складні схрещування

Льон олійний є цінною сільськогосподарською культурою. Його олія використовується у фармацевтичній, хімічній, металургійній, поліграфічній, електротехнічній, авіаційній, автомобільній, суднобудівній, лакофарбовій галузях. Важливими напрямками селекції льону олійного є створення високопродуктивних сортів із різним співвідношенням жирних кислот технічного, харчового, медичного напрямів використання, а також сортів, стійких до несприятливих біотичних і абіотичних чинників [1].

Одним із найбільш актуальних напрямків селекції льону олійного є створення сортів, стійких до впливу низької температури через негативний вплив заморозків на посіви культури. На Запоріжжі останні дати весняних заморо-

зків спостерігаються у першій-другій декаді квітня, у північних регіонах України – у другій та третій декадах, у південних – у третій декаді березня [2]. Оскільки льон є культурою раннього строку сівби, існує небезпека ураження та загибелі рослин внаслідок впливу низької температури, тому створення сортів, резистентних до гіпотермії, є актуальним напрямом у селекції льону.

Найпоширенішим способом створення вихідного матеріалу для селекційного процесу льону є гібридизація. Поява цінних ознак у гібридів пов'язана з можливістю поєднання ознак та якостей різних батьківських форм. Першим етапом створення гібридів є здійснення простих схрещувань. Ще М. І. Вавилов вважав, що схрещування сортів різного еколого-географічного походження може призвести до появи рідкісних та цінних ознак у нащадків. Добір батьківських форм ґрунтується на можливості компенсації недоліків однієї батьківської форми іншою. Найчастіше в селекційній роботі застосовують прості парні схрещування, а на пізніших етапах – складні, які дозволяють створити гібриди з ознаками та якостями, ступінь вираження яких залежить від кількості, насамперед, домінуючих генів у геномі [3].

Нами було здійснено первинне оцінювання різних зразків льону олійного на ранніх етапах онтогенезу за стійкістю до гіпотермії різними методами та відібрано найбільш перспективні генотипи [4, 5]. Метою роботи було здійснити гібридизацію як простим парним схрещуванням, так і різними видами складних схрещувань і виявити найбільш ефективні методи для подальшої роботи.

### Матеріали і методи

Матеріалом дослідження були генотипи різного географічного походження: українського

(Південна Ніч, Айсберг, А-11, В-11, Водограй), російського (Южный Алтай, Иссык-кульский, Бахмальский, Дюшес, Северный), білоруського (Солнечный), французького (Sideral), канадського (К-4037, К-6875, К-8085, Saskatoon, Norstar), американського (NPR 714, Skyscraper, Linota, Culbert) та дикорослий однорічний вид *L. bienne*.

Оцінку холодостійкості досліджуваних генотипів льону олійного проводили методом холодого пророщування насіння на фільтрувальному папері та холодним пророщуванням насіння в ґрунті [5, 6].

Методика проведення гібридизації та закладання дослідів загальноприйнята в селекції льону олійного [7]. Дані статистично обробляють [8].

### Результати та обговорення

Нами була проведена оцінка насіння льону олійного різних генотипів за стійкістю до низької позитивної температури (3°C) та шляхом холодного пророщування насіння у ґрунті. Відповідно до результатів дослідів, нами було розподілено досліджувані зразки льону на 5 груп: 1 – найстійкіші (схожість  $\geq 90$  %); 2 – високостійкі (89–80 %); 3 – середньостійкі (79–60 %); 4 – низькостійкі (59–50 %) та 5 – нестійкі (<50 %) [4, 5]. У результаті нами сформовано групи з високою холодостійкістю (7 ліній) та низькою холодостійкістю (10 ліній) (табл.).

На базі цієї оцінки була здійснена гібридизація рослин льону методом простих парних та реципрокних схрещувань. За таких схрещувань формотворчий процес у гібридних популяціях базується на основі перерозподілу успадкованого матеріалу, принесеного в зиготу в рівних кількостях однією парою батьківських

форм. Результати схрещувань представлені на діаграмах (рис. 1 і рис. 2).

У ході дослідів використовували дві робочі гіпотези. Перша: резистентність до гіпотермії льону олійного може бути пов'язана з накопичувальним ефектом генів. Так за типом кумулятивної полімерії успадковується стійкість до заморозків в озимій м'якої пшениці [3]. Цю гіпотезу брали у процесі вибору комбінацій схрещування у межах однієї групи стійкості та у межах найстійкішої і високостійкої груп.

Друга робоча гіпотеза: наявність ефекту гібридної сили – гетерозису. Так за типом гетерозису успадковується холодостійкість рису [9]. Таку гіпотезу використовували під час вибору комбінацій схрещування у межах різних груп стійкості.

Наступним етапом роботи було створення цінного селекційного матеріалу складними схрещуваннями. Такий підхід вважається більш ефективним у селекції озимой м'якої пшениці; і нами помічено підвищення морозостійкості отриманого матеріалу [10]. Нами застосовано: 1) беккроси для підсилення в гібридному поколінні ознак холодостійкості; 2) потрібні схрещування для комбінування ознак у ході залучення третього батька; 3) ступінчасті схрещування для поступового об'єднання в гібридному поколінні успадкування чотирьох та п'яти батьківських форм (рис 3).

Як можна бачити з рисунка 3, найбільшу частку серед гібридних комбінацій мали ступінчасті схрещування – 50 % (30,6 % чотирьохкомпонентні та 19,4 % п'ятикомпонентні відповідно).

Таблиця. Генотипи льону олійного різних груп стійкості, що використовувалися у гібридизації як джерела селекційних ознак

Вихідний матеріал для гібридизації			
Найстійкіші	Високостійкі	Середньостійкі	Низькостійкі та нестійкі
Водограй А-11 Sideral В-11 <i>Linum bienne</i>	Айсберг Південна Ніч	Иссык-кульский Бахмальский Северный К-8085	Солнечный Южный Алтай Дюшес К-6875 К-4037 Saskatoon Norstar Culbert NPR 714 Normandy

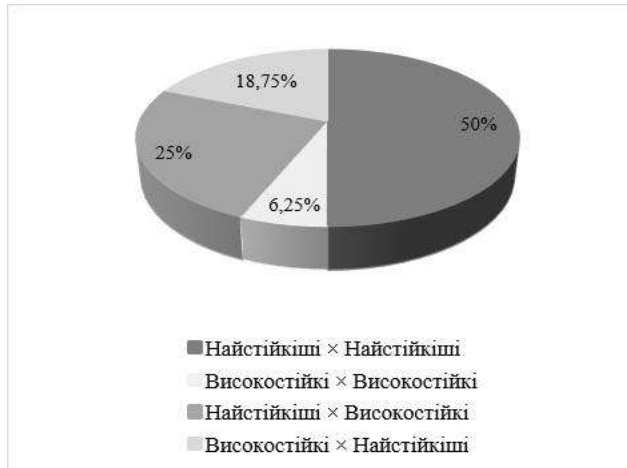


Рис. 1. Частки гібридних комбінацій, створених на основі гіпотези множинної дії генів.

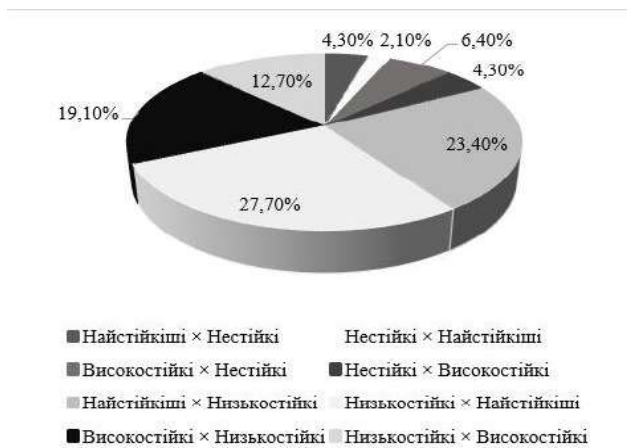


Рис. 2. Частки гібридних комбінацій, створених на основі гіпотези гетерозису.

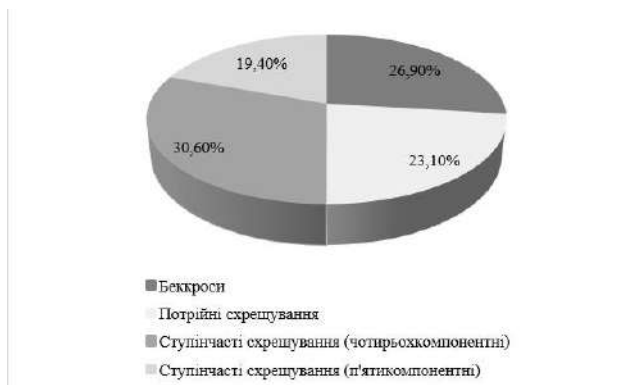


Рис. 3. Частки гібридних комбінацій, створених на основі різних типів складних схрещувань.

У більшості проведених нами гібридних комбінацій (78 %) однією з батьківських форм виступав сорт Sideral. Це французький сорт, стійкий до впливу холоду, який на півдні Європи вирощується як озимий. Він має високі показники до гіпотермічного стресу і віднесений нами до групи «найстійкіші». Оскільки він також є стійким до вилягання та ураження фузаріозом,

то ми вважаємо його цінним донором ряду селекційних ознак.

### Висновки

Встановлено, що прості парні схрещування у створенні цінного селекційного матеріалу з підвищеною холодостійкістю у льону олійного виявилися менш ефективними порівняно з різними типами складних. Підвищенню адаптив-

них ознак та властивостей до гіпотермії позитивно сприяє формотворчий процес складних схрещувань. Найкращим донором холодостійкості виявився сорт Sideral.

### References

1. Parikh M., Maddaford T. G., Austria J. A., Aliani M., Netticadan T., Pierce G. N. Dietary Flaxseed as a strategy for improving human health. *Nutrients*. 2019. Vol. 11 (5). doi: 10.3390/nu11051171.
2. Oleksienko I. M., Zatula V. I. Spatial and temporal distribution of the last spring and first autumn frost in the air on the territory of Ukraine for 1991–2010 years. *Naukovi Pratsi Ukrainskoho Naukovo-Doslidnoho Hidrometeorologichnoho Instytutu*. 2011. Vol. 260. P. 67–79. [in Ukrainian]
3. Grabovec A. I., Fomenko M. A. Osobennosti selekcii ozimoi myagkoj pshenicy v svyazi s usileniem kontinental'nosti klimata. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa na sovremennom etape. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii*. 2015. P. 90–97. [in Russian]
4. Vitkovska Yu. S., Poliakova I. O. Evaluation of different genotypes of oilseed flax to the impact of low temperatures. *Naukovo-Tekhnichni Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*. 2019. Vol. 37. P. 43–50. [in Ukrainian]
5. Vitkovska Yu. S., Poliakova I. O., Syniaieva N. P. Features of germination of flax seeds under the influence of hypothermal stress. *Naukovo-Tekhnichni Biuleten Instytutu Oliinykh Kultur NAAN*. 2020. Vol. 29. P. 56–66. [in Ukrainian]
6. Polevoy V. V., Chirkova T. V. Praktikum po rostu i ustoychivosti rasteniy. Sankt-Peterburg : Izdatelstvo SPbGU. 2001. S. 160–161. [in Russian]
7. Poliakova I. O., Liakh V. O. Metodolohichni osnovy seleksii lonu oliinoho. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi Oblasti*. 2009. Vyp. 5. S. 125–130. [in Ukrainian]
8. Lakin G. F. Biometriya. Moskva. Vysshaya shkola. 1990. S. 111–134. [in Russian]
9. Malysheva N. N. Geneticheskij analiz nasledovaniya priznakov pri sozdanii holodostojkih sortov risa. *Nauchnyj zhurnal KubGAU*. 2017. [in Russian]
10. Kochmarskij V. S., Kolomiiec L. A., Kirilenko V. V., Kavunec V. P., Marinka S. M. Selekcija pshenicy ozimoi myakoi (*Triticum aestivum* L.) z vikoristanniam genofondu yarih sortiv v umovah Lisostepu Ukraini. *Plant Varieties Study and Protection*. 2010. Vol. 1. P. 21–26. [in Ukrainian]

### VITKOVSKA Yu. S.<sup>1</sup>, POLIAKOVA I. O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Oilseed Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine, 70417, Zaporizka obl., Zaporizkyy reg., Soniachne vil., Instytutska str., budynok, 1, e-mail: julia19vitkovska@gmail.com

<sup>2</sup> Zaporizhzhya National University, Ukraine, 69600, Zaporizhzhya, Zhukovskogo str., 66, e-mail: ira.linum@gmail.com

### CREATION OF BREEDING MATERIAL OF OIL FLAX WITH HIGH COLD RESISTANCE BY HYBRIDIZATION METHOD

**Aim.** The aim of the study is to create a selection material of oilseed flax with high cold resistance by hybridization.

**Methods.** To achieve this goal, the following methods were used: simple (single and reciprocal) and complex (backcross, triple, four- and five-component step) crossing. Promising plants for cold tolerance donors were involved in the selection process. Creations of crossbreeding combinations were created on the basis of hypotheses of multiple gene action and heterosis. **Results.** The results of the study are the creation of hybrids of oilseed flax with high cold resistance. **Conclusions.** It was found that paired crosses were less effective compared to different types of complex. The formative process of complex crosses contributes to the increase of adaptive signs and properties to hypothermia. The best donor of cold resistance was the Sideral variety.

**Key words:** flax, cold resistance, hybridization, simple crosses, complex crosses.