

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

ПОЛЯКОВА Ірина Олексіївна

УДК 582.751.4:631.527.8(477.4)

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ
СОРТІВ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО В УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.05 - селекція і насінництво

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Дніпро – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті олійних культур Національної академії аграрних наук України в 2004-2008 рр. та в Запорізькому національному університеті Міністерства освіти і науки України протягом 2008-2019 рр.

Науковий консультант: доктор біологічних наук, професор
Лях Віктор Олексійович,
Запорізький національний університет МОН,
завідувач кафедри садово-паркового господарства
та генетики

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, професор
Кирпа Микола Якович,
ДУ Інститут зернових культур НААН України,
завідувач лабораторії методів збереження та
стандартизації зерна;

доктор біологічних наук, професор
Січкач В'ячеслав Іванович,
Одеська державна дослідна станція НААН України,
завідувач науково-технічного відділу розробки
та впровадження інноваційних технологій для
інтенсифікації виробництва сільськогосподарської
продукції;

доктор сільськогосподарських наук, професор
Вировець В'ячеслав Гаврилович,
Інститут луб'яних культур НААН України,
головний науковий співробітник
відділу селекції і насінництва конопель

Захист відбудеться «23» липня 2020 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.353.01 при ДУ Інститут зернових культур НААН України за адресою: 49027, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14; тел. (0562) 36-26-18.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ДУ Інститут зернових культур НААН України за адресою: 49027, м. Дніпро, вул. Володимира Вернадського, 14 та на сайті www.institut-zerna.com.

Автореферат розісланий «19» червня 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук



М. І. Дудка

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Льон – одна з перших культурних рослин, що супроводжує людину протягом всієї історії людства. Посівні площі у світі під льоном щороку складають близько 4,0 млн га, більша частина з яких засівається льоном олійним. Сьогодні лляна олія є цінним продуктом, що використовують як важливий компонент багатьох фарб, оліф, чорнил, лаків, лінолеуму, а також у харчуванні та медицині.

Такі біологічні особливості, як короткий вегетаційний період, посухостійкість та висока олійність, зробили льон олійний затребуваною культурою для вирощування в Україні, особливо, на півдні та сході. Популярність його серед сільськогосподарських виробників підтверджується стабільним збільшенням посівних площ до 60-80 тис./га.

Актуальність теми. Розповсюдженню льону олійного в нашій державі сприяло створення сортів української селекції, більше половини яких належить селекції Інституту олійних культур НААН України (м. Запоріжжя) та Запорізького національного університету МОН України.

Втім, дисертаційних робіт з селекції та генетики льону олійного представлено небагато. Докторська дисертація з селекції льону олійного була захищена О. І. Рижевою більше 50 років тому. У 2013 році були захищені кандидатські дисертації Ю. О. Махно та І. Ф. Дрозд. Дослідження з генетики культури представлені роботами М. Ю Міщенко (1999), О. Ю. Калініної (2009) та Є. О. Пороховіної (2019). Багато селекційних питань ще залишаються не вирішеними і слабо пов'язаними з питаннями генетики.

Реалізація селекційних програм зі створення нових сортів льону олійного зустрічає значні труднощі. В селекції культури використовується обмежений генофонд культури, який далеко не вичерпує видового та родового генетичного потенціалу. Тому виникає необхідність поповнення колекції для підвищення ефективності селекційної та генетичної роботи. Виділення надійних джерел та донорів господарсько-цінних ознак сприятиме розширенню корисного генетичного різноманіття льону олійного та підвищенню результативності його селекції. Дикорослі види роду *Linum*, незважаючи на велике різноманіття – вкрай мало вивчені об'єкти, з якими зовсім не проводиться селекційна робота та залучення до створення нового вихідного матеріалу через міжвидову гібридизацію.

З вище викладеного видно, що для спеціальної селекції такої цінної і перспективної культури, як льон олійний, необхідно теоретичне обґрунтування, забезпечення методичних підходів, збагачення генофонду культури, створення цінного вихідного матеріалу, що підвищить ефективність подальших селекційних досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукова робота проводилась за темами лабораторії селекції та генетики льону олійного Інституту олійних культур НААН України (ІОК) згідно з НТП «Зернові і олійні культури» за завданнями 04.05. (2003-2005 рр.) «Створити і передати на державне сорто випробування сорти олійного льону» (№ державної реєстрації 0101U003980); 01.04.02 (2003-2005 рр.) «Вивчити генетичну мінливість при

мутагенезі у олійних культур» (№ державної реєстрації 0101U003979); «Олійні культури» за завданням (2006-2008 рр.) «Розробити теоретичні основи та створити сорти льону олійного з урожайністю 2,0-2,5 т/га, олійністю 46-48 %, вмістом ліноленової кислоти понад 70 %» (№ державної реєстрації 0101U003980). Продовження досліджень за темою дисертаційної роботи виконано у 2008 – 2019 рр. відповідно до тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри садово-паркового господарства та генетики Запорізького національного університету МОН України (ЗНУ) за темами «Фізіолого-генетичні основи стійкості рослин до абіотичних та біотичних факторів навколишнього середовища. Селекція декоративних та сільськогосподарських рослин» (№ державної реєстрації 0105U002242) та «Збільшення генетичної мінливості сільськогосподарських і декоративних рослин з використанням сучасних методичних засобів та пошук нових генетичних джерел продуктивності та якості продукції» (№ державної реєстрації 0110U004790).

Мета і задачі дослідження. Теоретично обґрунтувати, розробити й удосконалити методичні підходи створення вихідного матеріалу та сортів льону олійного, розширити генетичні ресурси льону для підвищення ефективності селекційної роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- створити параметральну модель сорту льону олійного для Степу України;
- провести порівняльну оцінку сортів льону олійного та виділити найкращі генетичні джерела окремих господарсько-цінних ознак та їхньої сукупності;
- визначити корелятивні взаємозв'язки між господарсько-цінними ознаками льону і встановити можливості їхнього поєднання в межах одного генотипу;
- удосконалити схему селекційного процесу льону олійного;
- встановити ефективність застосування експериментального мутагенезу для збільшення генетичного різноманіття льону олійного та створення вихідного матеріалу для селекції;
- створити новий вихідний матеріал для селекції цілеспрямованою інтрогресією чужерідного генетичного матеріалу однорічних дикорослих видів льону;
- встановити перспективи застосування електрофорезу запасних білків насіння в селекційних програмах та насінництві льону;
- визначити особливості фотосинтетичного апарату льону олійного і його вплив на формування продуктивності;
- встановити особливості успадкування маркерних ознак льону;
- розширити різноманіття вихідного селекційного матеріалу за рахунок інтродукції та доместикації диких видів льону;
- визначити селекційну цінність диких видів льону і перспективи їхнього використання;
- отримати цінний вихідний матеріал та створити високопродуктивні сорти льону олійного різних напрямів використання.

Об'єкт дослідження: параметри моделі сорту культури, методи створення

вихідного матеріалу, удосконалення селекційного процесу, особливості прояву та успадкування маркерних ознак, розширення генетичних ресурсів льону, селекційна цінність диких видів льону.

Предмет дослідження: сорти, вихідний матеріал, мутантні лінії, однорічні та багаторічні дикорослі види льону, джерела господарсько-цінних та маркерних ознак, методи селекції льону олійного на підвищення урожайності та поліпшення якості олії.

Методи досліджень. З метою повного та всебічного вирішення завдань наукових досліджень, в роботі були використані наступні методи – загальнонаукові: абстрактно-логічний, дослід, спостереження, аналіз; спеціальні: польовий експеримент – використаний для порівняльних випробувань сортів та селекційного матеріалу у процесі добору, лабораторні методи, морфометричний аналіз – для визначення морфологічних ознак рослини, біохімічний аналіз – для визначення вмісту та жирнокислотного складу олії в насінні; електрофорез запасних білків насіння; генетичний аналіз – для вивчення характеру успадкування ознак; розрахунково-порівняльний та математично-статистичний – для математичної обробки та аналізу експериментальних результатів.

Наукова новизна одержаних результатів. Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, у якому теоретично обґрунтовано і вирішено наукову проблему щодо створення сучасних сортів льону олійного.

Вперше: ідентифіковано сорти, що стабільно відтворюють високі рівні господарсько-цінних ознак у контрастних погодних умовах вирощування;

- створено модель перспективного сорту льону олійного для Степу України з одинадцяти інтегральних показників;

- на основі аналізу селекційно-генетичних параметрів визначено шляхи підвищення ефективності роботи з культурою;

- виявлено розширення формотворчого процесу льону при використанні індукованого мутагенезу та встановлено ефективність застосування отриманих мутантів в селекційних програмах;

- цілеспрямованою інтрогресією плазми методом міжвидової гібридизації *L. humile* з однорічними дикими видами *L. angustifolium* і *L. bienne* отримано цінний селекційний матеріал з комплексом ознак культурного і диких батьків;

- отримано, описано прояв і встановлено особливості успадкування мутацій зміни забарвлення рослин льону; новим генам присвоєно відповідні назви та символи: ген «wyg»/«white-yellow-green», ген «dyg»/«dirty-yellow-green»; ген «lgl»/«light-green». Створено колекцію з 13 хлорофілдефіцитних мутантних ліній типів *albina*, *xantha*, *chlorina*, *viridis*, *lutescent*, *striata*, *xanthoviridis*, *xanthocorroded*, *albocorroded*;

- досліджено особливості будови фотосинтетичного апарату зелених рослин та хлорофільних мутантів льону олійного й встановлено зв'язок між морфологією хлоропластів та розвитком рослин. Вперше створено високопродуктивний сорт льону олійного Золотистий з хлорофільною недостатністю всієї рослини;

- сформовано колекцію з одинадцяти дикорослих видів льону (*L. angustifolium* Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill., *L. crepitans* Dum.,

L. grandiflorum Desf., *L. pubescens* Banks and Solander, *L. austriacum* L., *L. hirsutum* L., *L. Narbonense* L., *L. Perenne* L., *L. thracicum* Degen.), яка вивчена *ex situ* за морфологічними та біохімічними ознаками, та встановлено їхню селекційну цінність. Доведено, що *L. hirsutum* має дворічний цикл розвитку і є монокарпіком.

Удосконалено методичні підходи одержання вихідного матеріалу при застосуванні індукованого мутагенезу та міжвидової гібридизації, що реалізовано в селекції сортів льону олійного.

Набули подальшого розвитку: теоретичні концепції створення сортів льону олійного за різними напрямками використання (технічного й харчового) та шляхи підвищення продуктивності цієї культури.

Практичне значення одержаних результатів міститься в розробці та удосконаленні методичної бази для вирішення пріоритетних задач селекції льону олійного та для забезпечення використання його біологічного потенціалу. Створено у співавторстві 7 високоврожайних сортів льону (Золотистий, Ківіка, Водограй, Світлозір, Патрицій, Вогні Дніпрогесу, Запорізький богатир) різних напрямів використання та 1 сорт льону декоративного (Вогник), які включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. У Національному центрі генетичних ресурсів рослин України зареєстровано 7 зразків льону та дві колекції генофонду рослин № 95 «Робоча ознакова колекція генофонду льону олійного за елементами продуктивності» та № 142 «Спеціальна ознакова колекція генофонду льону за білковими маркерами».

Виділені в ході виконання досліджень генетичні джерела та донори господарсько-цінних ознак і властивостей включено до селекційних програм Інституту олійних культур НААН України та Запорізького національного університету.

Виявлено джерела цінних ознак декоративності у диких видів льону *L. austriacum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. hirsutum*, *L. thracicum*, *L. grandiflorum*, *L. pubescens*.

Впроваджено в селекційний процес спосіб електрофоретичного розподілення запасних білків насіння льону (№ 27671), спосіб оцінки та прогнозування продуктивності рослин (№ 106144), спосіб визначення морфології пластидного апарату рослин (№ 111420).

Занесені до Державного реєстру сорти мають приріст урожайності насіння та вихід олії з гектара у порівнянні зі стандартом, їхні посівні площі у виробництві складають 25-30 тис./га і щорічно збільшуються.

Особистий внесок здобувача. Нові теоретичні та експериментальні ідеї, наведені в дисертації, належать здобувачу. Постановка проблеми, розробка програми досліджень, огляд та аналіз наукових джерел за темою дисертації, статистичний аналіз, одержання, інтерпретація та узагальнення експериментальних даних виконані автором особисто. Публікації виконано як самостійно, так і в співавторстві. У спільно опублікованих наукових працях частка авторства здобувача становить від 20 до 80 % і полягає у плануванні та виконанні експериментальних досліджень, узагальненні отриманих результатів; частка авторства в створених сортах складає 5-35 %.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень розглянуто та обговорено на засіданнях вченої ради і методичних комісіях Інституту олійних культур НААН в 2004-2008 рр. Основні положення дисертаційної роботи апробовано на міжнародних наукових конференціях: «Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва» (Харків, 2006); «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 2009, 2012, 2015); «Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти» (Харків, 2011); «Современные теоретические и практические аспекты селекции гибридов и сортов масличных культур и разработка технологий их выращивания» (Запоріжжя, 2012); «Генетика і селекція: досягнення та проблеми» (Умань, 2014); «Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах» до 140-річчя ХДАУ (Херсон, 2014); «Современные научные тенденции, достижения в генетике, селекции, технологии выращивания и переработки масличных культур» (Запорожье, 2014); науково-практичних конференціях: «Рослини та урбанізація» (Дніпропетровськ, 2011); «Адаптація землеробства до змін клімату – шлях підвищення ефективності функціонування сільського господарства» (Херсон, 2013); «Гончарівські читання», присвячені 86-річчю з дня народження д. с.-г. наук, проф. М. Д. Гончарова (Суми, 2015); «Теоретичні основи оптимізації селекційного процесу основних видів сільськогосподарських рослин» (сел. Селекційне Харківської обл., 2015); Міжнародних наукових інтернет-конференціях: «Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату» (Запоріжжя, 2015); «Олійні культури. Тенденції та перспективи» (Запоріжжя, 2016).

Публікації. За матеріалами проведених досліджень опубліковано 84 наукові праці, у тому числі: 1 – монографія, 19 – у наукових фахових виданнях України, 1 – у виданні, включеному до міжнародних наукометричних баз, 4 – у закордонних виданнях, 18 – у інших виданнях, 19 – у тезах і матеріалах наукових конференцій, 2 – у методичних та науково-практичних рекомендаціях. Одержано 1 патент, 2 патенти на корисну модель, 7 свідоцтв про реєстрацію зразка генофонду рослин, 2 свідоцтва про реєстрацію колекції генофонду рослин в Україні і 8 авторських свідоцтв на сорти рослин.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 383 сторінках загального машинописного тексту, містить анотацію, вступ, 7 розділів, висновки, пропозиції для селекційної практики та виробництва, список використаних джерел, який налічує 330 літературних найменувань, з них 100 латиницею, 39 додатків. Робота містить 37 таблиць та 98 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі визначено актуальність досліджень за темою дисертації, її наукову новизну, мету й практичну цінність, відображено апробацію, задекларовано особистий внесок здобувача та наведено загальний обсяг публікацій.

Сучасний стан, завдання та напрями селекції льону олійного (огляд літературних джерел). У розділі наведено аналіз результатів наукових робіт

вітчизняних та закордонних авторів, що висвітлюють сучасний стан, завдання та напрями селекції льону олійного. Розглянуто біологічні особливості, історія та господарське значення культури, а також традиційні та новітні методи селекції рослин. Наведено факти перспективності створення моделі сорту, використання електрофорезу запасних білків насіння та методу міжвидової гібридизації в генетико-селекційних дослідженнях, підвищення продуктивності рослин через поглиблене вивчення особливостей процесів фотосинтезу. На підставі аналізу літературних джерел узагальнено методи й напрями селекції та особливості методики селекційного процесу льону олійного, висвітлено досягнення з вивчення генетики ознак культури, видове різноманіття та перспективи розширення генетичних ресурсів диких видів льону. За результатами проведеного огляду визначено та обґрунтовано напрями досліджень, щодо розробки нових та удосконалення сучасних методів селекції культури, що становить актуальність досліджень за темою дисертації.

Умови та методика проведення досліджень. Експериментальну частину досліджень проводили впродовж 2004-2015 рр. у північно-західній частині Запорізької області в м. Запоріжжі на експериментальній ділянці кафедри садово-паркового господарства та генетики ЗНУ та на полях ІОК НААН. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньопотужний малогумусний, типовий для даного агроґрунтового району. За даними Запорізької агрохімлабораторії пануючим типом водного режиму ґрунтів є непромивний. Кількість гумусу у шарі 0-20 см 4,4-5,5 %, забезпеченість нітрогеном, що легко гідролізується – 8,7-9,1 мг/100 г ґрунту, вміст рухомого фосфору (за Чириковим) – 10,5-11,2 мг/100 г ґрунту, обмінного калію (за Масловою) – 15,2-17,1 мг/100 г ґрунту, рН водної витяжки 6,5-7,0. Агротехніка проведення польових дослідів загальноприйнята для льону олійного в даній агрокліматичній зоні.

Погодні умови в роки досліджень за температурним режимом та кількістю опадів мали певні відхилення від середніх багаторічних, що дало можливість повною мірою встановити їхній вплив на ріст і розвиток рослин льону та реалізацію відповідного рівня урожайності.

У дослідях використовували матеріал з колекції лабораторії селекції льону олійного ІОК та кафедри садово-паркового господарства та генетики ЗНУ. Обрані генотипи відрізнялися походженням, господарсько-біологічними і морфологічними особливостями. Матеріалом для досліджень також слугували гібриди F_1 та F_2 різних комбінацій схрещувань та колекція диких однорічних та багаторічних видів льону.

Для визначення особливостей росту і розвитку рослин льону проводився комплекс досліджень, підрахунків та фенологічних спостережень:

- відмічали фази росту і розвитку льону: сходи, «ялинка», бутонізація, цвітіння, повна стиглість. Початок фаз відмічали при настанні їх у 10 % рослин, повну у – 75 % рослин;

- кількість коробочок на одній рослині та кількість насіння з однієї рослини підраховували у 25 рослин;

- врожайність насіння визначали поділяючи, суцільно з кожної ділянки, структуру врожаю – методом пробного снопа;
- за фазами розвитку рослин досліджували динаміку накопичення сухої надземної біомаси шляхом висушування відібраних проб;
- фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП) та чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) визначали за методиками А. А. Ничипоровича;
- масу 1000 насінин вираховували за методиками ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»;
- гібридизацію проводили за загальноприйнятою методикою, запилення здійснювали відразу ж після кастрації, використовуючи властивість протерогінії;
- генетичний аналіз робили згідно з загальноприйнятими методиками;
- електрофорез запасних білків льону у поліакриламідному гелі (ПААГ) здійснювали в лабораторії генетики та електрофорезу Інституту олійних культур НААН за модифікованою для льону методикою, порівнюючи з сортом-стандартом і між собою;
- олійність насіння визначали на лабораторному ЯМР-аналізаторі АМВ-1006;
- дані жирнокислотного складу насіння отримували методом газорідинної хроматографії на хроматографі «Селміхром-1» у лабораторії біохімії та масового аналізу ІОК;
- морфологію пластидного апарату рослин розраховували за низкою похідних показників, використовуючи розроблену нами і запатентовану методику;
- препарати фотографували за допомогою тринокулярного мікроскопа XS-3330 та окулярної камери МА88-500 при збільшенні $\times 640$ і $\times 1600$ разів. Розміри хлоропластів (довжину та ширину) вимірювали стандартними методами за допомогою окуляр-мікрометра;
- визначення вмісту пігментів проводили шляхом вимірювання оптичної щільності екстракту на спектрофотометрі СФ-46 при $\lambda = 663$ нм для *Chl a*, $\lambda = 646$ нм для *Chl b* и $\lambda = 470$ нм для *Car*, як екстрагент використовували ацетон у концентрації 80 %;
- лінійні розміри рослини та її частин (висота рослини, довжина та ширина насінин, довжина та ширина листка, діаметр квітки, довжина бутона, діаметр та висота коробочки) вимірювали лінійкою або штангенциркулем за загальноприйнятими методиками;
- статистичну обробку отриманих даних здійснювали на ЕОМ за допомогою програм «Microsoft Office Excel» та сучасного пакету статистики «STATISTICA 10»;
- отримані дані підлягали математичній обробці методом дисперсійного, кореляційного та регресійного аналізів;
- постановка дослідів та проведення спостережень, досліджень, експериментів здійснювалась за загальноприйнятими методиками проведення польових дослідів у селекції та рослинництві;

- для прискорення селекційного процесу в зимовий період використовували фітотрон ЗНУ та ІОК.

Характеристика сортів льону олійного і розробка моделі перспективного сорту. У Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2016-2019 роках спостерігається схожий сортимент сортів льону олійного, рекомендованих до поширення в Україні. Частка сортів селекції ІОК та ЗНУ (м. Запоріжжя) складає половину (50-53 %) від загальної кількості. В створенні цих сортів авторка приймала активну участь.

Селекційна оцінка сортових ресурсів льону олійного запорізької селекції для розробки інтегральних показників ідіотипу культури. Нами проведено комплексне дослідження дев'яти сортів запорізької селекції за основними господарсько-цінними ознаками протягом п'яти років (табл. 1).

Таблиця 1

Господарсько-біологічні ознаки сортів льону олійного (середнє 2011-2015 рр.)

Ознаки	Південна ніч	Дебют	Айсберг	Орфей	Золотистий	Ківіка	Славний	Водограй	Патрицій	НІР ₀₅ в інтервалі по роках
Урожайність насіння, т /га	1,79	1,53	1,92	1,70	1,98	1,66	1,69	2,14	1,80	0,06- 0,12
Тривалість періоду вегетації, діб	92	87	91	94	102	84	95	92	91	1,3- 2,1
Висота рослин, см	47,6	43,3	48,2	50,1	51,2	41,6	47,1	49,5	46,9	0,9- 1,9
Кількість стебел, шт.	1,6	1,4	1,8	1,6	2,1	1,3	1,6	2,1	1,7	0,05- 0,09
Маса насіння з 1 рослини, г	0,51	0,44	0,55	0,48	0,57	0,47	0,48	0,61	0,51	0,01- 0,04
Маса 1000 шт. насінин, г	8,0	7,5	7,8	7,6	8,1	6,0	8,4	8,0	7,5	0,12- 0,23
Олійність, %	45,4	44,2	48,5	45,9	50,0	43,5	48,3	50,2	48,2	0,7- 1,6
Маркерні ознаки *	-	-	+	-	+	+	+	-	+	

Примітка: * +/- присутня/відсутня морфологічна маркерна ознака

Крім характеристики господарських ознак досліджувані сорти характеризуються наявністю морфологічної маркерної ознаки. Завдяки спрямованим дослідженням з вивчення і введення в селекцію маркерних ознак, останні сорти льону запорізької селекції вже мають такі відмінності. Так, характерні морфологічні маркери мають сорти Айсберг, Славний, Ківіка, Патрицій, Золотистий. Основні маркерні ознаки у культури льону стосуються забарвлення віночку, форми квітки та забарвлення насіння. Саме ці ознаки було застосовано і нами для «позначення» сортів. Ми вважаємо, що такий підхід є дуже перспективним і будемо продовжувати його застосування в подальшій роботі.

Згідно наших даних, найвищу середню врожайність (більше 2,1 т/га) насіння мав сорт Водограй (табл. 2). Найнижчі показники урожайності з 1,12 до 1,62 т/га отримано нами у 2012 р., найвищу урожайність – з 1,81 до 2,53 т/га сорти сформували у 2015 р.

Таблиця 2

Зміна показників урожайності льону олійного за роки досліджень

Сорт	Урожайність, т/га					Середнє багаторічне
	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	
Південа ніч (st)	1,71	1,43	1,68	1,96	2,19	1,79
Дебют	1,46	1,12	1,51	1,73	1,81	1,63
Айсберг	1,72	1,47	1,96	2,20	2,27	1,92
Орфей	1,68	1,21	1,59	1,90	2,10	1,82
Золотистий	1,76	1,51	2,01	2,29	2,32	1,98
Ківіка	1,63	1,33	1,51	1,85	1,97	1,66
Славний	1,63	1,18	1,63	1,94	2,05	1,69
Водограй	1,98	1,62	2,13	2,42	2,53	2,14
Патрицій	1,76	1,44	1,73	2,00	2,08	1,80
НІР ₀₉₅	0,07	0,04	0,09	0,11	0,13	

Середнє значення урожайності сортів, що вивчались, за роки досліджень склало 1,80 т/га. Перевищення над середнім значенням відмічене у сортів Айсберг, Золотистий та Водограй. Саме ці сорти мали найвищі показники урожайності і врівноважені коливання з мінімальних до максимальних значень в різних погодних умовах вирощування. Проведені дослідження показали, що за сукупністю вивчених ознак ці сорти представляють великий інтерес для подальших генетичних досліджень і селекційної практики.

За п'ятирічними оцінками сортів льону олійного виділено кореляції урожайності з основними господарсько-цінними ознаками, що мають високий рівень і достатньо стабільні в різних погодних умовах. Тісний лінійний кореляційний зв'язок встановлено між урожайністю та масою насіння з 1 рослини ($r = 0,99 \pm 0,01$), урожайністю та кількістю бічних стебел на рослині ($r = 0,92 \pm 0,05$). З висотою рослини виявлено зв'язок середньої сили ($r = 0,69 \pm 0,08$), а з тривалістю вегетаційного періоду ($r = 0,48 \pm 0,11$) і масою 1000 насінин ($r = 0,40 \pm 0,08$) – низький. Виявлено, що між досліджуваними показниками відсутні зворотні кореляційні зв'язки.

Оцінка сили зв'язку показала існування прямого, тісного кореляційного зв'язку між масою насіння з 1 рослини та кількістю бічних стебел ($r = 0,93 \pm 0,04$), та між кількістю бічних стебел та олійністю ($r = 0,93 \pm 0,05$), а також тісного кореляційного зв'язку між тривалістю вегетаційного періоду та висотою рослин ($r = 0,87 \pm 0,06$) і між висотою рослин та кількістю бічних стебел ($r = 0,83 \pm 0,09$) (рис. 1).

Відсутність слабких та невелика кількість середніх зв'язків між перемінними, імовірно, обумовлена присутністю в досліджуваних сортах

подібних комплексів відселектованих ознак. Як можна бачити з представленої кореляційної плеяди, між іншими показниками існують високі та середні взаємозв'язки, що необхідно приймати до уваги при розробці селекційних програм.

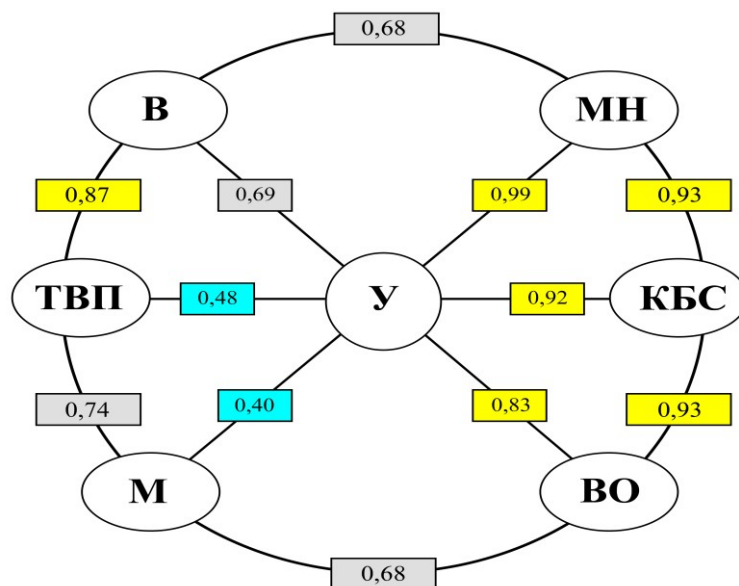


Рис.1 Кореляційна плеяда зв'язку урожайності сортів льону олійного запорізької селекції з господарськими ознаками (2011-2015 рр.)

Примітка: В – висота рослини, см; МН – маса насіння з 1 рослини, г; КБС – кількість бічних стебел на рослині, шт.; ВО – вміст олії, %; М – маса 1000 шт. насінин, г; ТВП – тривалість вегетаційного періоду, діб; У – урожайність, т/га.

У результаті комплексного аналізу дев'яти комерційних сортів запорізької селекції за основними господарсько-цінними ознаками встановлено, що найкраще відселектованими ознаками є олійність та тривалість вегетаційного періоду. Встановлені тісні кореляційні зв'язки між показниками урожайності та ознаками габітусу вказують на перспективу підвищення урожайності через покращання ознак «кількість бічних стебел» та «маса насіння з 1 рослини».

Застосування кореляційно-регресійного аналізу дозволило отримати моделі елементів продуктивності культури. Розраховані рівняння регресії дозволять з високою точністю спрогнозувати різні важливі господарсько-цінні ознаки льону олійного та підвищити ефективність подальшої селекційної роботи.

Обґрунтування параметрів моделі сорту льону олійного для Степу України. Незважаючи на те, що культура льону олійного набирає все більшої популярності в Лісостепу й навіть в північних і західних регіонах України, основною зоною вирощування культури залишається Степ. Тому наші зусилля були спрямовані на моделювання нового сорту льону олійного, здатного суттєво підвищувати врожайність насіння та значно збільшувати вихід олії з гектара.

Незважаючи на позитивні результати в селекції культури, на жаль, не подоланий бар'єр створення сортів, які поєднують високу продуктивність з високою олійністю і жирнокислотним складом олії спеціального напрямку.

На наш погляд, для цілеспрямованого пошуку вихідного матеріалу необхідне створення моделі сорту, котра враховує реалізацію його генетичного потенціалу в умовах середовища даного регіону. Така модель сорту включає перелік основних морфологічних і господарсько-цінних ознак культури. У визначенні ідеальної моделі генотипу льону олійного з поєднанням бажаних ознак, ми опиралися на проведене нами комплексне вивчення існуючих сортів запорізької селекції.

На базі отриманих від порівняльного аналізу оцінок існуючих сортів нами визначено параметри оптимальної моделі сорту льону олійного для ґрунтово-кліматичних умов Степу України та вимог ринку (табл. 3). Ми в своїй моделі орієнтувалися не так на потенційну, а на цілком реальну, максимально одержувану врожайність насіння льону олійного – 2,5 тони.

Таблиця 3

Параметри ознак моделі сорту льону олійного для Степу

Господарсько-біологічні та морфологічні ознаки	Параметри ознак сорту
Урожайність насіння, т/га	2,5 і вище
Біологічні ознаки:	
Тривалість періоду вегетації, діб	91-95
Посухостійкість, бал	Висока і дуже висока, 4-5 бали.
Структура урожаю:	
Висота рослини, см	52-62
Кількість стебел, шт.	3-4
Маса насіння з 1 рослини, г	0,70-0,85
Маса 1000 шт. насінин, г	8,5-9,5
Якість урожаю:	
Олійність, %	48 і більше
Жирнокислотний склад олії технічного напрямку	Ліноленової кислоти 72 % і більше
Жирнокислотний склад олії харчового напрямку	Олеїнової кислоти 35 % і більше
Морфологічні ознаки:	
Маркерна ознака	Обов'язкова наявність однієї або декількох маркерних ознак.

Модель сорту льону олійного, що розробляється, передбачає формування біотипу, який при реалізації зазначених параметрів, зможе перевершити за врожайністю існуючі сорти на 25-30 %. На нашу думку, необхідно проводити селекційну роботу в плані підвищення висоти і збільшення бічного розгалуження. Зважаючи на вище викладене, в моделі, що розроблялась, оптимальна висота становить 52-62 см, а кількість стебел – 3-4 шт., що істотно більше, ніж у зареєстрованих сортів. Створення та впровадження нового сорту з підвищеною масою 1000 насінин, високими показниками врожайності і олійності дозволить здешевити собівартість олії і тим самим підвищити рентабельність її виробництва.

На наше глибоке переконання, поряд з ознаками високої продуктивності і якості врожаю, які пред'являються до ідеального сорту льону олійного, обов'язково повинні бути включені морфологічні ознаки, через те, що патентний захист сорту неможливий без наявності у нього таких ознак.

Розроблена модель сорту рекомендується як робоча у селекційних програмах на найближчу перспективу. При створенні високопродуктивних сортів льону олійного з високою якістю насіння як критерії пошуку вихідних форм доцільно використовувати розроблені нами основні параметри моделі сорту.

Удосконалення селекційного процесу льону олійного. Наукові основи практики ведення селекції льону олійного базуються на основі застосовуваних генетико-селекційних методів.

При створенні сортів льону олійного в ІОК та ЗНУ впродовж багатьох років використовується традиційна схема селекційного процесу, яка суттєво доповнена сучасними наукомісткими методами. Такий підхід показав свою ефективність, тому що така дуже цінна господарська ознака, як олійність, в запорізьких сортах знаходиться на високому рівні вираження. Проте, ще не зовсім розкритий потенціал врожайності льону олійного. Можливість отримання істотно вищої врожайності, підтверджують максимальні показники врожайності за роками досліджень. Саме тому, на наш погляд, необхідно удосконалювати селекційний процес і чітко дотримуватися параметрів розробленої моделі сорту.

Пріоритетним завданням є розробка методичних підходів до створення вихідного матеріалу та нових сортів, згідно розроблених параметрів моделі, для конкретних екологічних умов. Тому нами було переглянуто способи створення сортів та існуючу схему селекційного процесу з метою вдосконалення задля значного підвищення ефективності селекційної роботи.

Якщо розглядати удосконалення селекційного процесу в кожному з трьох етапів окремо, то у другому (селекційна оцінка) і третьому (сортотипування) етапах необхідно проводити оцінювання зразків за комплексом ознак, які зазначено в оптимальній моделі, розглянутій у попередніх розділах. Селекційний матеріал має підлягати суворій оцінці, починаючи з ранніх розсадників, і обов'язково застосовувати жорстке бракування. Саме завдяки таким підходам селекційний матеріал було переведено на «високоолійну основу». Головною задачею є бракування зразків з олійністю нижче 45 % починаючи з селекційного розсадника першого року вивчення.

Основна частина наших удосконалень відноситься до етапу створення вихідного матеріалу. Це пов'язано з біологією та генетикою культури. Льону, як самозапильній культурі, властивий низький ступінь мінливості ознак. Саме тому, збагачення генетичної бази має бути пріоритетним напрямом роботи, а отриманий вихідний матеріал доцільно виділяти в окремі розсадники. Саме цим відрізняється запропонована нами схема від існуючих. Так, у «Розсадник вихідного матеріалу» мають бути додані (або розширені) наступні розсадники: мутаційний розсадник; зареєстровані і районовані в Україні сорти; розсадник диких видів роду *Linum*; розсадник донорів маркерних морфологічних ознак.

У наших дослідженнях були отримані цікаві мутантні форми з насінням зі зміненим жирнокислотним складом. Це дало змогу започаткувати новий напрямок селекційної роботи з льоном олійним – селекція на якість та змінений жирнокислотний склад олії: створення сортів на технічні цілі з вмістом ліноленової кислоти 70 % і більше; створення сортів на харчові цілі з підвищеним вмістом (до 45 %) олеїнової та лінолевої кислот та зниженим – ліноленової (рис. 2).

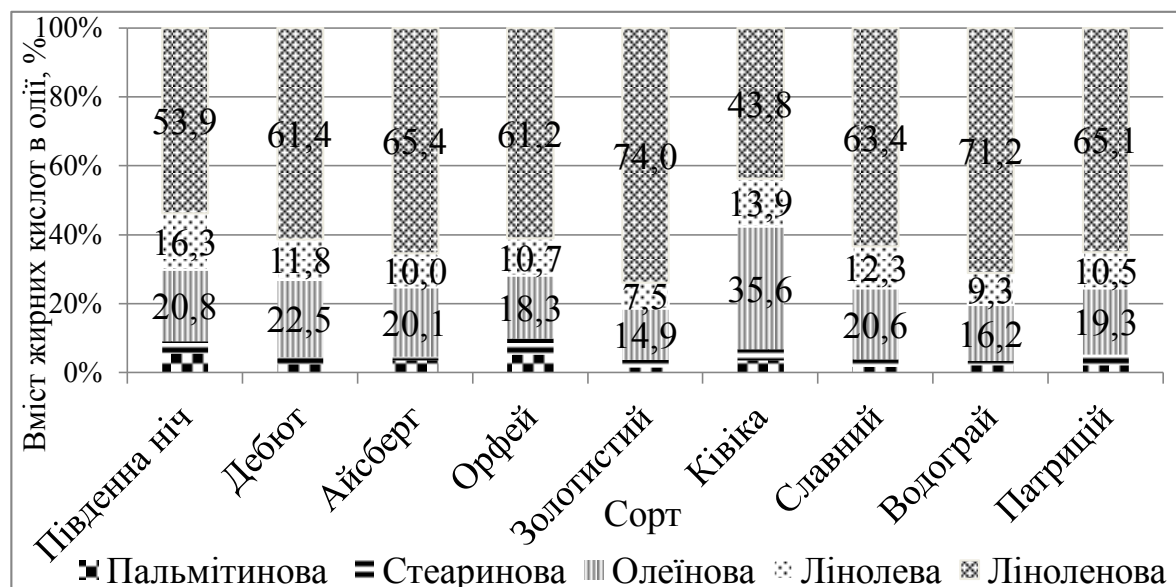


Рис. 2 Співвідношення жирних кислот у олії сортів льону олійного (2011-2015 рр.)

За роки роботи завдання селекції льону олійного зі створення високоврожайних сортів, які забезпечать великий збір олії з гектара, залишилось незмінним (рис. 3). Разом з тим пріоритети щодо напрямів створення сортів зазнали змін. Так, олійність насіння створених сортів досягла біологічної межі і тому селекційна робота в цьому напрямі на теперішній час вже неперспективна.

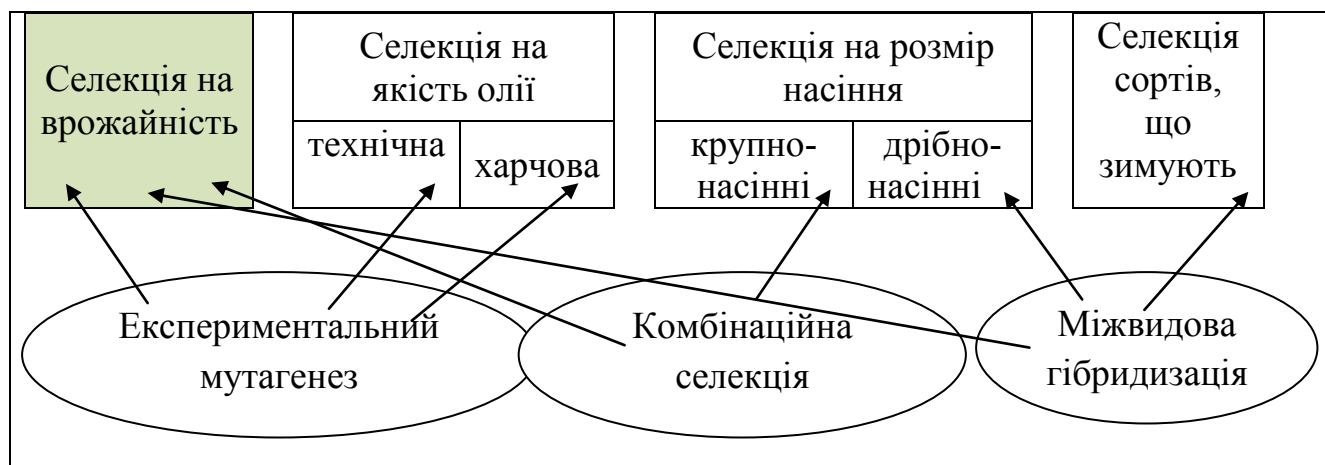


Рис. 3 Використання різних методів в селекційному процесі льону олійного в ІОК та ЗНУ

Вже чітко сформувався напрямок створення крупнонасінних (більше 9 г) сортів. Також існує потреба в сортах з дрібним насінням з масою 1000 насінин 3,5-4,0 г для кондитерської промисловості. Актуальними залишаються напрями зі створення більш врожайних сортів та сортів зі зміненою якістю олії технічного і харчового напрямку використання. Дуже перспективним, на наш погляд, є селекція зимуючих сортів льону. В цьому напрямі нами вже проводиться пошук донорів зимостійкості і скринінгу вихідного матеріалу.

З врахуванням наших селекційних і генетичних розробок організація селекційного процесу льону олійного має включати використання розробленої моделі сорту, збільшення генетичної мінливості й створення завдяки цьому цінного вихідного матеріалу культури та відбір на поєднання високої продуктивності і стабільності прояву ознак в одному генотипі.

Обґрунтування й удосконалення селекційно-генетичної і методичної баз створення вихідного матеріалу та нових сортів льону олійного. Збільшення генотипової різноманітності і збагачення генофонду є важливим завданням при роботі з льоном.

Створення внутрішньовидового біорізноманіття у льону олійного методом індукованого мутагенезу та його використання в селекції. Застосований нами метод індукованого мутагенезу показав свою ефективність в отриманні цінного селекційного матеріалу, необхідного для створення нових високопродуктивних сортів льону олійного різного напрямку використання. Виділені нами мутантні форми характеризувалися комплексом господарсько-цінних ознак і стали цінним вихідним матеріалом для селекції (рис. 4).

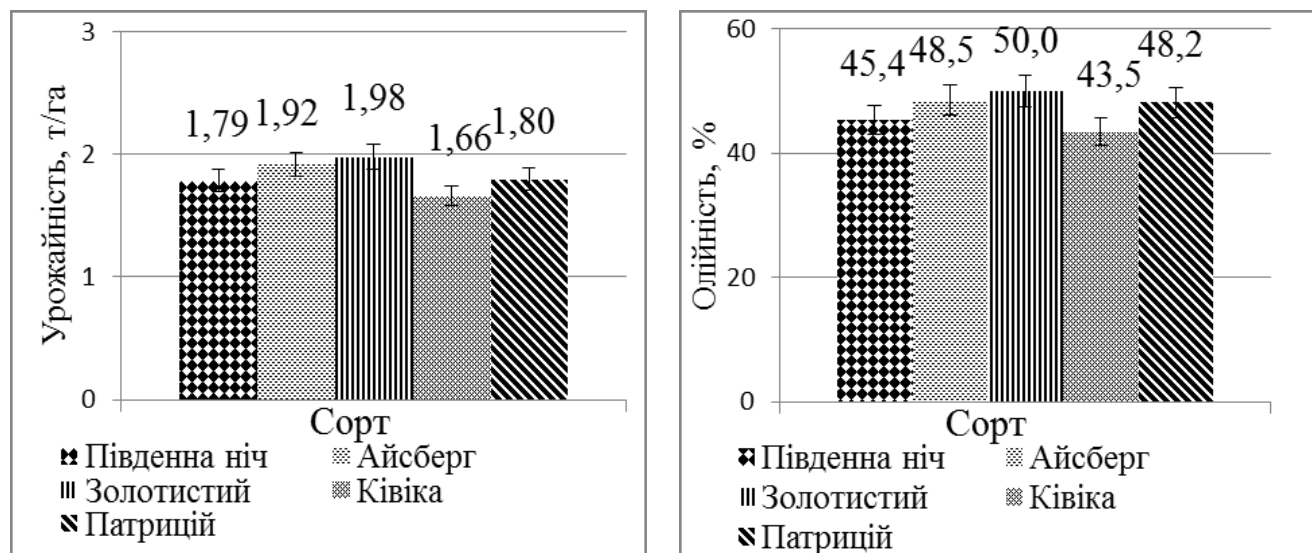


Рис. 4 Показники урожайності та олійності сортів, створених методом мутаційної селекції (2011-2015 рр.)

Примітка: НІР для урожайності – 0,06-0,12 т/га; олійності – 0,7-1,6 %

Індукований мутагенез значно розширив рамки формотворчого процесу у льону і забезпечив отримання нових маркерних ознак і мутантних сортів шляхом прямого добору мутантів. Кількість сортів льону олійного, створених методом індукованого мутагенезу, склала майже 40 % від загальної кількості

сортів, створених ІОК та ЗНУ. В результаті багаторічної роботи успішно пройшли державне сортовипробування сорти мутантного походження Айсберг, Золотистий, Ківіка, Патрицій і Живинка. Зважаючи на достатньо велику кількість сортів льону олійного, які отримані в результаті застосування експериментального мутагенезу, ми зробили висновок, що метод прямого добору мутантів в селекції льону олійного виявився дуже ефективним.

Отримані мутантні сорти поєднували в собі велику урожайність з високою олійністю. Саме тому вони стали популярними сортами у виробників. Вони мають врожайність в межах 1,8-2,3 т/га і олійність – 47-49 % (Айсберг) та 49-51 % (Золотистий).

Крім того, з'явилася можливість ведення селекції на підвищений вміст олеїнової та лінолевої кислот для створення олії харчового напрямку. Першим сортом харчового напрямку є сорт Ківіка, який має підвищений вміст олеїнової і лінолевої кислот до 40-45 % (рис. 5).

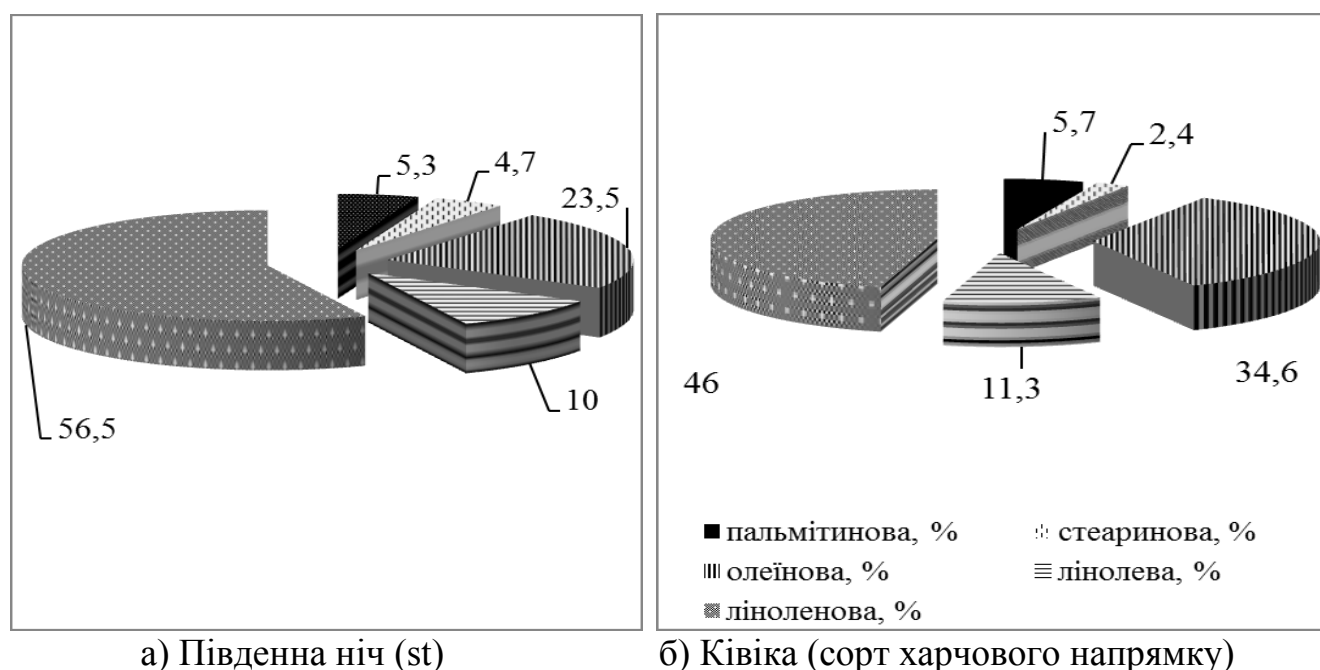


Рис. 5 Співвідношення вмісту жирних кислот сортів льону олійного (2005-2007 рр.)

Використання ліній мутантів, як джерел цінних ознак, надало можливість почати дослідження спадкування ряду біохімічних показників і сформулювати окремі селекційні напрями: М-12 – донор високої олійності і скоростиглості; М-28 – донор високого вмісту ліноленової кислоти і олійності (технічні олії); М-19 – донор високого вмісту олеїнової кислоти (харчове використання лляної олії).

Завдяки спрямованій селекційній роботі і активному залученню мутантних форм створено нові сорти, які відрізняються морфологічними маркерними ознаками, що не знижують продуктивність рослин. До таких ознак можна віднести: забарвлення віночка і пиляків, форму і розмір квітки, колір насіння, хлорофілну недостатність рослин. Дані мутації складають велику частину спектру спадкових змін при обробці мутагеном насіння льону олійного.

В результаті цієї багаторічної роботи нами була створена ознакова колекція форм мутантів, яка інтенсивно використовується в селекційно-генетичній роботі з льоном олійним. В селекційну роботу вже залучені наступні маркерні морфологічні ознаки: «зіркоподібна форма квітки» (сорт Айсберг), «біла квітка та жовте насіння» (сорт Славний та Золотистий), «жовто-зелене забарвлення рослини» (сорт Золотистий), «фіолетова квітка» (сорт Ківіка).

Цілеспрямована інтрогресія генетичного матеріалу методом міжвидової гібридизації при створенні цінного вихідного матеріалу льону олійного. Дикі види відрізняються від культурних рослин значною різноманітністю багатьох ознак, а залучення їх через міжвидову гібридизацію – вельми актуальний напрям селекційної роботи. Вони представляють інтерес, перш за все, як донори втрачених культурним льоном генів стійкості до несприятливих умов довкілля, захворювань і шкідників. Однак, міжвидова гібридизація – більш трудомісткий і тривалий метод створення вихідного матеріалу.

У роботу з метою інтрогресії генетичного матеріалу на міжвидовому рівні було включено чотири зразки льону олійного *Linum humile* ($n = 15$): сорт Золотистий, лінії М-24, М-22, Л-1; дикі однорічні види льону з однаковою кількістю хромосом *L. angustifolium* ($n = 15$) і *L. bienne* ($n = 15$). Нами було виявлено, що при схрещуванні культурного льону з дикими видами, за фенотипом домінують ознаки дикої батьківської форми. У гібридних рослин F_1 нами відмічено підвищену, в порівнянні з обома батьками, потужність росту. У наших дослідженнях рослини в гібридному розсаднику F_2 відрізнялися великою різноманітністю, а мінливість була значно вища, ніж при міжсортівній гібридизації. Нами проаналізовано покоління F_2 24-х гібридних комбінацій, із загальним числом 5904 рослини, серед яких виділено 480 елітних рослин. Подальше дослідження і оцінка гібридних популяцій F_3 - F_5 здійснювалася шляхом опису, вивчення в розсадниках і проведення жорсткого добору елітних рослин. Основним критерієм добору була наявність в гібридних рослинах ознак культурних і диких батьківських форм, а також нерозтріскуваність коробочок при дозріванні. Результатом цієї роботи стало виділення 16 ліній.

При дослідженні даного вихідного матеріалу за такими господарсько-цінними ознаками, як «висота рослини», «кількість бічних стебел і коробочок», «маса 1000 насінин», «олійність» і «жирнокислотний склад олії», нами виділено п'ять найбільш перспективних ліній. Нові гібриди мають кращі показники, ніж сорт-контроль Південна ніч за кількістю бічних стебел. Особливо виділяються лінії В-11, А-11 і А-5. Серед міжвидових гібридів найбільшу висоту мав зразок А-1 (54,6 см), найменшу – зразок В-11 (38,4 см). За вмістом олії, як перспективніший матеріал, виділяються зразки А-5 і А-11 з олійністю 46,4 і 47,6 %, відповідно. За цією важливою ознакою вони суттєво перевершили сорт-контроль. Отримані лінії поєднують ознаки культурного льону і дикої батьківської форми.

Як перспективний матеріал, отриманий методом міжвидової гібридизації, який має комплекс господарсько-цінних ознак, виділилися зразки А-11 (UF0402154) і В-11 (UF0402153). Їх зареєстровано і отримано свідоцтва в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України.

Використання електрофоретичних спектрів запасних білків насіння в селекційній роботі з льоном. Протягом багатьох років ми використовуємо електрофоретичні спектри запасних білків насіння для скринінгу селекційного та колекційного матеріалу льону.

За результатами досліджень сортів, селекційних та мутантних ліній, диких видів льону було ідентифіковано розподіл білкових компонентів у спектрах на окремі зони, згідно їхньої рухливості. Доведено, що реперні зони присутні в усіх електрофоретичних спектрах. До них відносяться I, II та III зони. Виявлено наявність варіабельних та додаткових білкових зон. Саме за присутністю/відсутністю таких зон в спектрах різних генотипів можна проводити їхню ідентифікацію. До варіабельних зон віднесено IV, V зони, а до додаткових – Ia, IIa, IIIa. Для полегшення ідентифікації генотипів льону кожен вивчений зразок представлено у вигляді формули.

Нами передано до Національного центру генетичних ресурсів рослин України 22 зразки льону з детальним описом електрофоретичних спектрів за компонентним складом, що є основою для біохімічної паспортизації та оцінки селекційної бази льону олійного. Складена колекція являє собою банк електрофоретичних спектрів генотипів льону.

Запропоновано за використання аналізу електрофоретичних спектрів запасних білків проводити ідентифікацію сортів та зразків культурного льону, скринінг селекційного матеріалу, підбір батьківських пар для гібридизації, оцінку ефективності схрещувань, роботу зі світовими генетичними ресурсами льону, забезпечити контроль константності і чистоти сортів у різних ланках насінництва.

Вивчення особливостей фотосинтетичного апарату льону олійного і його вплив на формування продуктивності. Урожайність рослин великою мірою визначається розміром і продуктивністю асиміляційного апарату. Для проведення досліджень з вивчення особливостей фотосинтетичного апарату льону олійного і його впливу на формування продуктивності за об'єкт досліджень ми взяли хлорофільні мутантні лінії та їхні вихідні форми. Нами було обрано найбільш контрастні за життєздатністю мутантні форми М-28 (*chlorina*), вихідну лінію К-7487, М-81 (*xantha*) і вихідний сорт Ціан (табл. 4).

Мутантна лінія М-28 має жовто-зелене забарвлення рослини починаючи від стадії сім'ядольних листків і надалі протягом всього вегетаційного періоду. При цьому вона формує урожайність та вміст олії на рівні з контролем і вище. Проте, лінія М-81 має характерні ознаки хлорофільної недостатності, а саме: біло-жовте забарвлення рослини, значне відставання в рості і розвитку та низьку продуктивність.

За результатами досліджень встановлено, що найбільші значення чистої продуктивності фотосинтезу мав мутантний зразок М-28. На обох стадіях вивчення він суттєво переважав і свою вихідну форму, і сорт Ціан, і іншу мутантну лінію М-81. Саме тому, на наш погляд, цю лінію необхідно розглядати як донора з покращання показників фотосинтетичної активності для льону олійного. На відміну від М-28, мутантна лінія М-81 за всіма досліджуваними ознаками мала значно нижчі показники і знижену фотосинтетичну активність.

Формування фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу різних генотипів льону олійного (2009-2011 рр.)

Фотосинтетичний потенціал, тис. м ² діб./га		Приріст сухої біомаси за період, т/га		Чиста продуктивність фотосинтезу за добу, г/м ²	
«Ялинка» – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	«Ялинка» – бутонізація	Бутонізація – цвітіння	«Ялинка» – бутонізація	Бутонізація – цвітіння
Циан (зелене забарвлення рослини)					
289,6	350,2	0,94	2,13	3,23	6,08
М-81 (біло-жовто-зелене забарвлення рослини)					
98,4	125,8	0,28	0,44	2,81	3,47
К-7487 (зелене забарвлення рослини)					
304,3	363,7	1,00	2,27	3,27	6,25
М-28 (жовто-зелене забарвлення рослини)					
312,8	360,1	1,07	2,37	3,41	6,57
НІР ₀₅ 4,09	11,0	0,01	0,16	0,09	0,24

Для з'ясування, які саме зміни будови фотосинтетичного апарату у індукованих хлорофільних ліній призводять до зміни фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу, було досліджено пігментний склад та анатомо-морфологічну будову хлоропластів даних ліній. Аналіз отриманих даних показав, що вміст хлорофілу *b*, сумарний вміст хлорофілів та співвідношення «хлорофіли/каротиноїди» у обох мутантів істотно зменшувався. Втім, співвідношення «хлорофіл *a/b*» та кількість каротиноїдів у досліджуваних хлорофільних мутантів достовірно збільшується.

Виявлено, що за лінійними параметрами (довжиною і шириною, площею перетину) і, особливо, за об'ємом хлоропласти мутантної лінії М-28 були суттєво менші, ніж у вихідної лінії К-7487, а за формою – не відрізнялися. За нашими результатами хлоропласти мінус-хлорофільних мутантів М-80 (*lutescent*), М-81 (*xantha*) і М-84 (тип *xanthoviridis*), які отримано на базі сорту Циан, менші за розміром і мають змінену форму в порівнянні з контрольними. Найбільші зміни відмічено у хлорофільного мутанта типу *xantha*.

Фенотиповий прояв та успадкування маркерних ознак забарвлення рослин льону. Вивчення генофонду льону і виявлення зразків з різноманітним проявом морфологічних ознак має важливе значення. До основних маркерних ознак рослин льону відносять забарвлення та форму квітки. Генетику цих ознак вивчено відносно краще за інші. За мету було поставлено вивчення менш розповсюджених маркерних ознак забарвлення рослини. Для цього була створена колекція отриманих нами мінус-хлорофільних мутантів і проводиться вивчення прояву ознак та особливостей їх успадкування.

Успадкування хлорофільних мутацій у льону олійного. Дослідження особливостей успадкування даних ознак показало, що при схрещуванні мутантних ліній з вихідними лініями реципрокні відмінності відсутні, а мутації є ядерними (табл. 5). Всі гібриди F₁ мали нормальне забарвлення рослин, що

вказує на рецесивний характер мутантних ознак. У F₂ спостерігалось розщеплення в співвідношенні 3 рослини з нормальним забарвленням й 1 рослина з хлорофільною недостатністю. Отже, кожна з досліджуваних ознак забарвлення визначається наявністю рецесивного алеля окремого гена.

Таблиця 5

Успадкування хлорофільних мутацій в схрещуваннях мінус-хлорофільних мутантів з вихідними лініями (2005-2007 рр.)

Поко- ління	Висіяно насіння, шт.	Вижило рослин, шт.	З них		Модель розщеп- лення	χ^2
			нормальне забарвлення	хлорофіл- дефіцитні		
М-81 (<i>xantha</i>) × Циан						
F ₁	43	40	40	0		
F ₂	317	283	222	61	3 : 1	1,8
Циан × М-81 (<i>xantha</i>)						
F ₁	51	49	49	0		
F ₂	385	334	250	83	3:1	1,7
Antares × М-5 (<i>viridis</i>)						
F ₁	51	44	44	0		
F ₂	552	470	356	114	3 : 1	0,14
М-5 (<i>viridis</i>) × Antares						
F ₁	23	19	19	0		
F ₂	372	319	244	75	3 : 1	0,37
М-84 (<i>xanthoviridis</i>) x М-24						
F ₁	37	31	31	0		
F ₂	254	187	148	39	3 : 1	1,1
М-24 x М-84 (<i>xanthoviridis</i>)						
F ₁	62	57	57	0		
F ₂	422	351	275	76	3:1	1,94

Примітка: $\chi^2_{05} = (k=1)=3,84$.

Виділена індукована мутація *xantha* (М-81), яка відповідає за біло-жовто-зелене забарвлення рослин льону, була названа нами «*white-yellow-green*», а гену привласнений символ «*wyg*». Мутацію блідо-зеленого забарвлення *viridis* (М-5) було названо «*light-green*», а ген – «*lg1*». Мутація *xanthoviridis* (М-24) характерного забарвлення листків жовто-зеленими плямами названа «*dirty-yellow-green*», а ген – «*dyg*».

Аналіз мутантної лінії *xantha* (М-81) виявив значні відмінності від вихідного генотипу за кількістю зелених пігментів і їхнім співвідношенням. У фазі сім'ядольних листків відмічено вищий вміст хлорофілу *a* і суми хлорофілів, ніж у контролі. У цієї лінії чітко спостерігається значне зменшення хлорофілу *b*. Саме зменшення вмісту хлорофілу *b* та значний зсув співвідношення хлорофільних пігментів призводить до формування характерного забарвлення.

Аналіз мутантної лінії *viridis* (М-5) виявив вищий вміст хлорофілу *a*, *b* і суми хлорофілів, ніж в контролі на стадії сім'ядольних листків. У листках у фазі «ялинки» вміст хлорофілу *a* і суми хлорофілів значно нижчий, ніж у контролі. У мутанта М-5 має місце підвищений вміст хлорофілу *b* у порівнянні з вихідною формою. Однак під час росту у обох генотипів відбувається значне підвищення вмісту хлорофілу *a* і він є переважаючим.

Фенотиповий прояв мутацій хлорофілдефіцитності на ранніх етапах онтогенезу льону олійного. У наших дослідженнях хлорофілдефіцитні мутації розрізняються як за фенотиповим проявом, так і за ступенем пригніченості. Виділено 9 типів хлорофільних мутацій згідно з їх фенотиповим проявом на ранніх етапах онтогенезу льону: 1) *albina* – сіянець білий, паростки слабкі. Рослина гине на стадії сім'ядольних листків; 2) *xantha* – сім'ядольні листки світло-зелені з білуватою жилкою. Справжні листки світло-жовті. Дуже відстають в рості та розвитку; 3) *chlorina* – сім'ядольні листки жовто-зелені. Справжні листки, що з'являються також жовто-зелені, і надалі, під час росту, рослина не змінює забарвлення; 4) *viridis* – сім'ядольні листки зелені. Справжні листки і вся рослина блідо-зелена, тонка. Спостерігається відставання в рості; 5) *lutescent* – сім'ядольні листки зелені. При подальшому рості чітко виділяється світло-зелена з жовтим відтінком верхня частина рослини, нижня частина при цьому залишається зеленою; 6) *striata* – сім'ядольні листки зелені. Рослина зелена, листки мають жовтувату жилку та поздовжні тонкі білі полоси; 7) *xanthoviridis* – сім'ядольні і перші справжні листки жовто-зелені. При подальшому рості верхня частина рослини набуває зеленувато-жовтого забарвлення, в середній частині листки забарвлюються нерівними жовто-зеленими плямами, а нижня частина рослини також зелено-жовта; 8) *xanthocorroded* – сім'ядольні листки зелені. Справжні листки жовто-зеленого кольору і деформовані, край листка підсихає та згортається. Рослина дуже пригнічена; 9) *albocorroded* – сім'ядольні листки зелені. Справжні листки біло-зелені, ушкодженні, з проявом некротичності. Рослина пригнічена. Контрольні рослини були зеленими у всіх фазах розвитку.

Нами встановлено значне відставання в рості і розвитку більшості мутантних ліній порівняно з контрольними рослинами. Пригнічення мутантів виявлялося в істотному збільшенні періоду «сходи – цвітіння», зниженні висоти рослин і кількості бічних стебел. Найбільше подовження відмічено у морфотипу *xanthocorroded*, а найменше – у морфотипу *chlorina* (табл. 6).

Зниження висоти рослин було значним у більшості мутантних ліній, особливо в М-70 (40,3 %) і М-81 (38,3 %). Найбільше зниження кількості бічних стебел на рослині зафіксоване також у цих генотипів. Пригнічення рослин проявилось також і в утворенні бічних стебел на рослинах льону. Їх зменшення відмічене у всіх досліджуваних мутантних ліній крім М-28. Кількість стебел зменшувалась практично у два рази, а найменшу кількість стебел утворювала лінія М-81 (морфотип *xantha*). Втім, у ліній типу *chlorina* не виявлено пригніченості за висотою рослин, а у лінії М-28 навіть відмічене істотне збільшення даного показника.

Таблиця 6

**Прояв морфологічних і фізіологічних ознак у мінус-хлорофільних мутантів
льону олійного (2005-2007 рр.)**

Тип мутації (зразок)	Період «сходи – цвітіння», діб	Висота рослин, см	Кількість бічних стебел, шт.
Контроль (Циан)	42,3 ± 0,79	56,1 ± 2,65	2,1 ± 0,25
<i>Xanthocorroded</i> (M-70)	59,8 ± 2,97 ^{####}	22,6 ± 3,58 ^{***}	1,4 ± 0,20 ^{**}
<i>Lutescent</i> (M-80)	49,8 ± 1,12 ^{####}	44,3 ± 1,71 ^{***}	1,5 ± 0,08 [*]
<i>Xantha</i> (M-81)	58,6 ± 2,93 ^{####}	34,6 ± 0,98 ^{***}	0,3 ± 0,05 ^{***}
Контроль (M-24)	43,1 ± 1,30	58,3 ± 2,53	2,1 ± 0,35
<i>Xanthoviridis</i> (M-84)	53,7 ± 1,96 ^{####}	45,8 ± 1,43 ^{**}	1,2 ± 0,11 ^{***}
Контроль (Л-3)	53,4 ± 1,84	62,9 ± 1,16	3,5 ± 0,50
<i>Chlorina</i> (M-28)	60,9 ± 1,65 ^{##}	66,3 ± 1,24 ^{##}	3,4 ± 0,25
<i>Chlorina</i> (ЛР-5)	59,1 ± 0,91 ^{##}	60,5 ± 1,83	1,7 ± 0,19 ^{***}

Примітка: *, **, *** – відмінності від контролю суттєві у бік зменшення рівня ознаки; ##, #### – відмінності від контролю суттєві у бік збільшення рівня ознаки, при $P < 0,05, 0,01$ і $0,001$, відповідно.

Використання мутантного морфотипу chlorina в практичній селекції. Більшість мутантів, отриманих методом експериментального мутагенезу, успішно використовують в генетико-селекційних роботах в багатьох країнах світу. Сорт льону олійного Золотистий нами було створено шляхом прямого добору мутацій, що вважається фахівцями найбільш ефективним (рис. 6, 7).

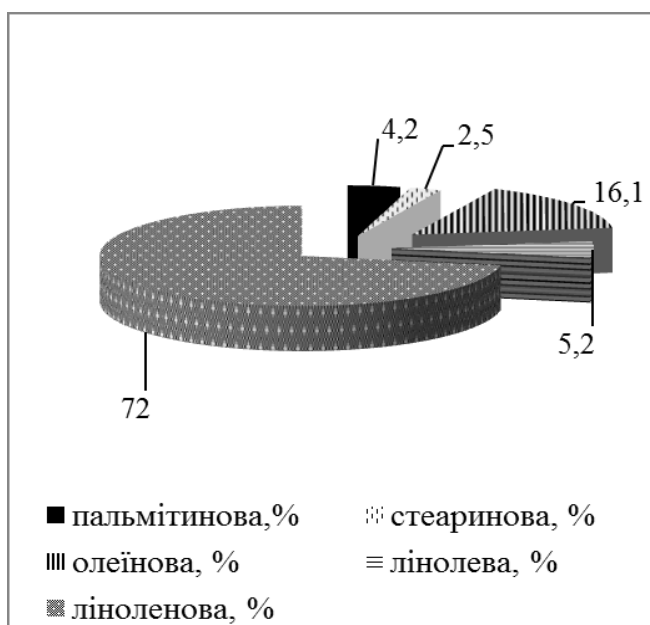


Рис. 6 Співвідношення вмісту жирних кислот в олії сорту технічного напрямку Золотистий (2004-2006 рр.)

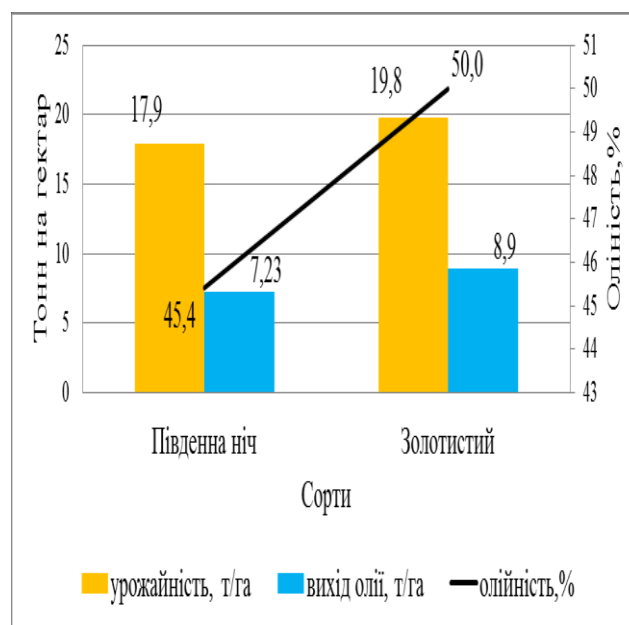


Рис. 7 Урожайність, олійність та вихід олії з гектара у сортів льону олійного Золотистий і Південна ніч (2004-2006 рр.)

Примітка: НІР для урожайності – 0,06-0,12 т/га, для олійності – 0,7-1,6 %

При опроміненні насіння лінії Л-3 дозою 700 Гр був отриманий зразок М-28 за ознакою хлорофільної недостатності. Після вивчення комплексу господарсько-цінних ознак лінію М-28 було включено в селекційні програми лабораторії селекції і генетики льону, де вона успішно пройшла оцінку в різних селекційних розсадниках. В 2005 р. сорт був зареєстрований, як перший сорт льону олійного технічного напрямку використання з підвищеним (більше 70 %) вмістом ліноленової кислоти.

Крім зміненого жирнокислотного складу олії, сорт Золотистий суттєво відрізняється від сорту-стандарту Південна ніч та інших сортів підвищеним вмістом олії в насінні – до 50 %, більш високим рівнем врожайності та виходом олії з одиниці площі. Цей сорт також характеризується наявністю трьох морфологічних маркерних ознак: білою квіткою відкритої форми, жовто-зеленим забарвленням рослини протягом всього вегетаційного періоду та жовтим забарвленням насіння.

На нашу думку, наявність у сорту Золотистий комплексу господарсько-цінних ознак робить його цінним генетичним джерелом для подальшої генетико-селекційної роботи і включення в різні селекційні програми.

Розширення та мобілізація генетичних ресурсів льону. Генетичні ресурси культурних рослин були і залишаються найціннішим надбанням, а їх використання слугує підвищенню ефективності селекційного процесу. Проблеми збору, збереження і використання генетичних ресурсів є виключно важливими на сучасному етапі розвитку сільськогосподарської науки.

Формування колекцій та створення зразків генофонду для розширення генетичних ресурсів льону та їх використання в селекційних програмах. У процесі селекційної роботи нами були створені цінні генотипи льону олійного, які є вихідним матеріалом для ряду сортів та перспективним вихідним матеріалом для подальшої генетико-селекційної роботи з культурою. Нами проведена робота з реєстрації зразків у Національному центрі генетичних ресурсів рослин України. Основними методами розширення генетичного різноманіття льону олійного були індукований мутагенез (4 зразки) і міжвидова гібридизація (2 зразки).

Крім того, нами була проведена робота зі збору і реєстрації робочої ознакової колекції генофонду льону олійного за елементами продуктивності, яка включає 108 зразків, та спеціальної ознакової колекції генофонду льону за білковими маркерами, яка включає 22 зразки. Створені колекції та зразки генофонду льону є матеріальним та інтелектуальним надбанням. Використання їх потенціалу за основними біологічними і селекційними ознаками дозволить в подальшому забезпечити генетичну базу для реалізації різних селекційних програм.

Біологічні особливості диких видів. Для розширення та мобілізації генетичних ресурсів льону через залучення більшої кількості дикорослих видів, нами проведено комплексне вивчення 6 однорічних (*L. angustifolium* Huds., *L. bienne* Mill., *L. hispanicum* Mill., *L. crepitans* Dum., *L. grandiflorum* Desf., *L. pubescens* Banks and Solander) та 5 багаторічних (*L. austriacum* L., *L. hirsutum* L., *L. narbonense* L., *L. perenne* L., *L. thracicum* Degen.) дикорослих видів роду *Linum*

за біоморфологічними ознаками. В результаті складені розгорнуті характеристики та описи за широкою низкою ознак. Встановлено, що в нашій колекції представлено чотири з восьми секцій роду *Linum*. Існуючі до нас дослідження були проведені на гербарному матеріалі або в польових умовах *in situ*. Ми вперше зібрали представлені види і досліджували одночасно *ex situ* протягом багатьох років з метою визначити перспективи їх доместикації і залучення в селекційно-генетичну роботу.

Порівняльна морфобіологічна характеристика та прояв господарсько-цінних ознак у дикорослих видів льону. Описані дикорослі види вирощуються і досліджуються нами протягом багатьох років у спеціальному колекційному розсаднику (табл. 7, 8). Подібні дослідження ніколи раніше не проводилися.

Таблиця 7

Основні характеристики вегетативної сфери досліджуваних багаторічних і однорічних диких видів льону (середнє 2011-2014 рр.)

Вид	Висота рослини, см	Кількість квітконосних стебел, шт.	Листкова пластинка		
			довжина, мм	ширина, мм	площа, мм ²
<i>L. austriacum</i>	47,4±0,83	37,5 ± 2,74	22,0±0,33	1,9±0,07	36,9 ± 0,48
<i>L. hirsutum</i>	74,6 ± 4,31	7,6 ± 0,75	36,2±0,88	10,0±0,11	301,3±0,82
<i>L. narbonense</i>	53,7 ± 0,93	33,8 ± 3,76	21,3 ± 0,65	1,6 ± 0,07	30,9 ± 0,34
<i>L. perenne</i>	58,8 ± 0,51	49,6 ± 3,71	22,1 ± 0,91	1,9 ± 0,09	36,9 ± 0,67
<i>L. thracicum</i>	36,0 ± 1,68	11,4 ± 0,86	38,5 ± 1,07	7,6 ± 0,15	267,4 ± 1,03
<i>L. angustifolium</i>	40,1±3,86	3,3 ± 0,60	20,4 ± 0,78	2,7 ± 0,46	40,1 ± 0,92
<i>L. bienne</i>	35,4 ± 6,14	3,8 ± 0,78	21,1 ± 0,57	3,6 ± 0,48	49,0 ± 0,49
<i>L. crepitans</i>	45,2 ± 2,90	1,5 ± 0,50	25,2 ± 0,60	2,9 ± 0,11	69,3 ± 1,12
<i>L. hispanicum</i>	28,5 ± 3,47	2,6 ± 3,47	20,6 ± 0,80	2,8 ± 0,22	40,3 ± 0,76
<i>L. grandiflorum</i>	49,1 ± 4,85	4,1 ± 0,99	33,7 ± 1,22	6,0 ± 1,00	272,6 ± 0,88
<i>L. pubescens</i>	29,6 ± 0,80	1,2 ± 0,12	29,1 ± 1,81	8,24 ± 0,43	218,9 ± 1,05

Виявлено, що всі досліджувані види, мають прості, чергові, сидячі, довгасті, подовжено-ланцетні листки. Найбільшою листковою пластинкою з площею більше 300 мм² виділяється *L. hirsutum*. Досить крупне листя більше 200 мм² мають також види *L. thracicum*, *L. grandiflorum* і *L. pubescens*. У інших видів цей показник становить 30-70 мм². Для *L. hirsutum* і *L. pubescens* також характерним є опушення листків і стебла волосками, що є відмінною рисою льонів секції *Dasylinum*.

У всіх досліджуваних видів, квітки двостатеві, правильні, п'ятипелюсткові, діаметром з 12 до 40 мм, коробочки майже кулясті і насіння гладке, яйцеподібне, дрібне, блискуче. Зібрана колекція охоплює широкий спектр забарвлення квітки. Але більшість видів мають синьо-блакитне забарвлення – це *L. austriacum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*.

Характерним рожевим забарвленням пелюсток віночка відрізняється *L. pubescens*. Світло-бузковим забарвленням квітки характеризуються, виявлені нами, природні популяції *L. hirsutum*. Вид *L. thracicum*, єдиний з видів, що вивчалися, має жовте забарвлення квітки. а *L. grandiflorum* – різні відтінки червоного.

Таблиця 8

Основні характеристики генеративної сфери досліджуваних багаторічних і однорічних диких видів льону (2011-2014 рр.)

Вид	Діаметр квітки, мм	Діаметр коробочки, мм	Насіння		Маса 1000 насінин, г
			довжина, мм	ширина, мм	
<i>L. austriacum</i>	31, 0±0,37	6,1 ±0,09	4,0 ±0,07	2,0 ± 0,10	1,6 ± 0,09
<i>L. hirsutum</i>	38,7 ± 0,93	4,0 ± 0,08	1,9 ± 0,04	1,1 ± 0,03	0,7 ± 0,03
<i>L. narbonense</i>	25,7 ± 2,45	4,9 ± 0,07	3,2 ± 0,05	1,9 ± 0,07	1,2 ± 0,11
<i>L. perenne</i>	28,2 ± 1,72	5,3 ±0,14	3,9 ± 0,06	2,5 ± 0,08	1,5 ± 0,11
<i>L. thracicum</i>	32,1 ± 2,43	4,5 ± 0,12	2,4 ± 0,08	1,4 ± 0,05	0,9 ± 0,11
<i>L. angustifolium</i>	15,8 ± 0,44	4,5 ± 0,20	2,9 ± 0,21	1,8 ± 0,23	1,6 ± 0,11
<i>L. bienne</i>	14,3 ± 0,40	4,5 ± 0,27	2,8 ± 0,24	1,9 ± 0,20	1,7 ± 0,11
<i>L. crepitans</i>	17,2 ± 0,48	7,1 ±0,19	4,9 ± 0,19	2,8 ± 0,22	5,1 ± 0,11
<i>L. hispanicum</i>	12,0 ± 0,20	4,2 ±0,15	2,2 ± 0,27	1,8 ± 0,25	1,2 ± 0,11
<i>L. grandiflorum</i>	36,1 ± 1,56	5,9 ±0,37	4,2 ± 0,31	2,6 ± 0,26	2,9 ± 0,11
<i>L. pubescens</i>	23,4 ± 0,48	2,9 ± 0,25	2,1 ± 0,19	1,1 ± 0,16	0,6 ± 0,11

Встановлена нами подібність морфологічних ознак вказує на близькі філогенетичні взаємовідносини між цими видами. За нашими спостереженнями, найбільш постійними ознаками, які практично не залежать від варіацій розмірів рослини, є діаметр квітки і розміри насіння, як лінійні, так і маса 1000 насінин. Тому ми відносимо їх до генетично контрольованих видових відмінностей.

Схрещуваність між деякими гетеростильними видами льону. Більшості диких видів льону характерна диморфна гетеростилія. Нами була проведена робота по з'ясуванню ступеня самофертильності різних морф деяких гетеростильних видів льону, а також схрещуваності між видами з урахуванням різноморфності батьківських компонентів. Роботу проводили в зимовий період в умовах фітотрону.

Важливими були результати міжвидової гібридизації між деякими дикими видами. Як у прямих, так і зворотніх схрещуваннях *L. austriacum* ВІР з *L. narbonense* і *L. lewisii* з *L. narbonense* лише при використанні в комбінації різних морф спостерігали формування життєздатного гібридного насіння.

Встановлено, що примусове (в межах квітки) самозапилення у довгостопчикового зразка *L. austriacum* з колекції ВІР і обох форм *L. narbonense* не привело до успіху. І у *L. lewisii* отримано лише 3,1 % коробочок і всього одна насінина, яка виявилася несхожою. Лише при самозапиленні *L. austriacum*

із Запорізької області і довгостопчикова і короткостовпчикова форми зав'язали близько 10 % коробочок зі схожим насінням. Результати запилень усередині вивчених видів були успішнішими при схрещуванні між собою різних морф як в прямому, так і в зворотному напрямках. Отримані дані дозволяють припустити, що не в усіх гетеростильних видів льону різні морфи є самостерильними. Ймовірно, існують і самоферильні види (табл. 9).

Таблиця 9

Схрещуваність при міжвидовій гібридизації льону з урахуванням гетеростилії (2003-2004 рр.)

Кількість запилень	Отримано коробочок		Отримано насіння		Схожого насіння	
	кількість, шт.	від кількості запилень, %	кількість, шт.	від максимально можливої кількості, %	кількість, шт.	від отриманого насіння, %
<i>L. austriacum</i> BIP × <i>L. narbonense</i> ♀ д.с. × ♂ к.с.						
53	21	39,6 ± 6,72	132	62,9 ± 2,10	126	95,5 ± 0,90
<i>L. austriacum</i> BIP × <i>L. narbonense</i> ♀ д.с. × ♂ д.с.						
18	0	0	0	0	0	0
<i>L. narbonense</i> × <i>L. austriacum</i> BIP ♀ к.с. × ♂ д.с.						
9	3	33,3 ± 5,70	11	36,7 ± 5,08	11	100
<i>L. narbonense</i> × <i>L. austriacum</i> BIP ♀ д.с. × ♂ д.с.						
6	0	0	0	0	0	0
<i>L. narbonense</i> × <i>L. lewisii</i> ♀ д.с. × ♂ д.с.						
5	1	20,0 ± 7,85	0	0	0	0
<i>L. narbonense</i> × <i>L. lewisii</i> ♀ к.с. × ♂ д.с.						
8	2	25,0 ± 5,31	9	45,0 ± 5,56	2	22,2 ± 4,65
<i>L. lewisii</i> × <i>L. narbonense</i> ♀ д.с. × ♂ к.с.						
74	4	5,4 ± 2,60	20	50,0 ± 1,84	19	95,0 ± 0,80
<i>L. lewisii</i> × <i>L. narbonense</i> ♀ д.с. × ♂ д.с.						
4	0	0	0	0	0	0
<i>L. lewisii</i> × <i>L. austriacum</i> BIP ♀ д.с. × ♂ д.с.						
31	0	0	0	0	0	0
<i>L. austriacum</i> BIP × <i>L. lewisii</i> ♀ д.с. × ♂ д.с.						
46	0	0	0	0	0	0

Примітка: д.с. – довгостопчикова форма; к.с. – короткостовпчикова форма

Отримані нами дані дозволяють сподіватися на результативність гібридизації між гетеростильними видами при врахуванні форми батьківських компонентів схрещування.

Селекційна цінність диких видів льону та перспективи їхнього використання. Особливості біохімічного складу насіння диких видів льону. На наш погляд, пошук геноджерел в світовій колекції роду *Linum* з різним біохімічним складом насіння і олії може істотно вплинути на розвиток всієї галузі

льонарства взагалі, завдяки створенню в майбутньому спеціалізованих сортів для різних галузей промисловості. Великий теоретичний і практичний інтерес у зв'язку з цим мають відомості про біохімічний склад насіння диких видів льону.

Встановлено, що зразки колекції диких видів льону характеризуються відносно широкою амплітудою мінливості за вмістом олії і білка (табл. 10). Так, вміст білка знаходиться в діапазоні 16-26 %. Якщо порівнювати дикі види, що вивчаються, з льоном культурним, то у більшості диких видів вміст білка в насінні істотно нижчий, ніж у *L. humile*, за виключенням *L. thracicum*. Найменша кількість виявлена у *L. narbonense* (16,8 %), а найбільша – у *L. thracicum* (25,8 %).

Таблиця 10

Мінливість біохімічних показників насіння у диких видів льону в порівнянні з культурним (2011-2014 рр.)

Вид	Вміст білка, %	Олійність, %
Багаторічні види		
<i>Linum austriacum</i>	18,13	32,04
<i>Linum hirsutum</i>	22,44	24,62
<i>Linum narbonense</i>	16,85	34,85
<i>Linum perenne</i>	20,05	26,90
<i>Linum thracicum</i>	25,80	33,20
Однорічні види		
<i>Linum angustifolium</i>	22,62	32,42
<i>Linum bienne</i>	23,61	33,12
<i>Linum crepitans</i>	23,35	41,16
<i>Linum hispanicum</i>	19,83	25,19
<i>Linum grandiflorum</i>	21,08	26,53
<i>Linum pubescens</i>	24,72	34,76
<i>L. humile</i> (К) льон олійний	25,42	44,52
HIP ₀₅	0,80	1,50

Згідно з нашими результатами, всі вивчені дикі види містять істотно менше олії в насінні, ніж льон олійний – з 24 до 41 %. Щонайближче за даним показником стоїть *L. crepitans*. Олійність інших диких видів складає 24-35 %. Взагалі багаторічні види відрізняються від однорічних меншим вмістом, як білка, так і олії.

Усі дикі види, що вивчались, мали жирнокислотний склад олії характерний для виду *Linum*. Виявлено, що однорічні види містять менше лінолевої кислоти (від 10 до 16 %), тоді як у багаторічних видів її кількість складає від 18 до 22 %, з максимальним вмістом у *L. thracicum* (59,5 %).

Виявлено, що багаторічні види мають у своєму складі істотно менші показники насичених жирних кислот і великий вміст ненасичених кислот, особливо ліноленової. Вид *L. hispanicum* відрізняється підвищеним вмістом в олії насичених жирних кислот (7,83 % пальмітинової і 7,41 % стеаринової), а *L. grandiflorum* – олеїнової (24,02 %) (табл. 11). Це дозволяє розглядати їх в генетико-селекційній роботі з льоном як донорів цих цінних ознак.

Мінливість вмісту жирних кислот в олії досліджуваних видів льону в порівнянні з культурним (2011-2014 рр.)

Вид	Вміст жирних кислот в олії, %				
	пальмітинова	стеаринова	олеїнова	лінолева	ліноленова
Багаторічні види					
<i>L. austriacum</i>	3,52	1,53	19,35	20,07	55,53
<i>L. hirsutum</i>	2,78	0,83	12,24	20,78	63,37
<i>L. narbonense</i>	3,40	0,97	16,42	18,68	60,53
<i>L. perenne</i>	3,85	1,23	20,77	22,07	52,08
<i>L. thracicum</i>	4,00	1,4	18,32	59,48	16,80
Однорічі види					
<i>L. angustifolium</i>	6,15	4,78	20,30	15,56	53,21
<i>L. bienne</i>	6,67	5,6	18,14	14,60	54,97
<i>L. crepitans</i>	5,64	3,39	16,95	14,74	59,28
<i>L. hispanicum</i>	7,83	7,41	18,81	11,74	54,11
<i>L. grandiflorum</i>	5,00	3,38	24,02	10,77	56,83
<i>L. pubescens</i>	6,74	2,78	13,80	13,40	63,28
<i>L. humile</i> (К) льон олійний	6,12	4,09	21,34	14,98	53,47
<i>HIP</i> ₀₅	0,44	0,57	1,74	0,97	2,67

Види роду *Linum* для використання в декоративному озелененні. Нами проведено вивчення біологічних особливостей і декоративних ознак диких видів льону з нашої колекції для визначення перспектив їх використання в квітковому озелененні. Встановлено, що три з п'яти багаторічних видів, що вивчали *L. austriacum*, *L. narbonense* і *L. perenne* мають синьо-блакитну квітку з п'ятьма незрослими пелюстками, відкритої форми, подібну до культурного льону. Виявлено, що при досить близьких морфологічних ознаках квітки і листка цих трьох диких багаторічних видів, *L. austriacum* характеризується більшою квіткою (діаметр більше 30 мм), а вид *L. narbonense* – має найменший діаметр квітки і найбільш насичене синє забарвлення (табл. 12).

Найбільшу квітку (більше 38 мм) має *L. hirsutum*. Цей вид вирізняється і характерним світло-бузковим забарвленням квітки. А вид *L. thracicum*, єдиний з видів, що вивчаються, має жовте забарвлення квітки. Види *L. hirsutum* і *L. thracicum*, на відміну від інших, мають пелюстки квітки, зрілі біля основи. Досить великі квітки (25-30 мм) відкритої форми також мають *L. Komarovii*, *L. tenuifolium*, *L. euxinum*, *L. odorum*. Інші види мають дрібніші квітки, але відрізняються рясним цвітінням.

Дикі види роду *Linum* квітнуть впродовж дня набагато довше, ніж культурний льон. Що стосується *L. grandiflorum*, то, він відрізняється від більшості диких видів льону, у нього квітки залишаються свіжими весь день. На відміну від багаторічних видів льону *L. grandiflorum* вже достатньо давно залучений в селекційну роботу і з нього вже створені високодекоративні сорти.

Таблиця 12

Ознаки декоративності квітки і листка диких видів льону (2011-2014 рр.)

Вид	Квітка		Лист		
	забарвлення, форма	діаметр, мм	забарвлення	довжина, мм	ширина, мм
<i>Linum austriacum</i>	Синьо-блакитна, біла, форма відкрита	$31,0 \pm 1,37$	блакитно-зелене	$22,0 \pm 0,33$	$1,9 \pm 0,07$
<i>Linum hirsutum</i>	Світло-бузкова, форма відкрита, зрілі пелюстки	$38,7 \pm 0,93$	яскраво зелене, опушений	$36,2 \pm 0,88$	$10,0 \pm 0,11$
<i>Linum narbonense</i>	Синя, форма відкрита	$25,7 \pm 2,45$	блакитно-зелене	$21,3 \pm 0,65$	$1,6 \pm 0,07$
<i>Linum. perenne</i>	Синьо-блакитна, форма відкрита	$28,2 \pm 1,72$	блакитно-зелене	$22,1 \pm 0,91$	$1,9 \pm 0,09$
<i>Linum thracicum</i>	Жовта, форма відкрита, зрілі в основі пелюстки	$32,1 \pm 2,43$	темно-зелене	$38,5 \pm 1,07$	$7,6 \pm 0,15$
<i>Linum. grandiflorum</i>	Малинова, червона, рожева, абрикосова, біла, форма відкрита, зірчаста, гвоздичка	$35,0 \pm 0,48$	зелене	$33,7 \pm 1,22$	$6,0 \pm 1,00$

В ході досліджень з'ясовано, що найбільш «компактний» кущ (38 см) має *L. thracicum*. Багаторічні види секції *Adenolinum* мають вису 40-60 см (табл. 13). При цьому, серед них *L. perenne* – найвищий і «стрункий», а *L. narbonense* – «найкомпактніший».

Таблиця 13

Ознаки декоративності рослин диких видів льону (2011-2014 рр.)

Вид	Період цвітіння (місяць)	Висота куща, см	Діаметр куща, см
<i>L. austriacum</i>	V-VI	$47,4 \pm 0,83$	$60,0 \pm 1,68$
<i>L. hirsutum</i>	V-VI	$74,6 \pm 4,31$	$54,5 \pm 4,20$
<i>L. narbonense</i>	V-VI	$53,7 \pm 0,93$	$42,9 \pm 2,02$
<i>L. perenne</i>	V-VI	$58,8 \pm 0,51$	$57,0 \pm 1,61$
<i>L. thracicum</i>	VI-VII	$36,0 \pm 1,68$	$38,3 \pm 2,10$
<i>L. grandiflorum</i>	VI-IX	$46,8 \pm 2,65$	$22,5 \pm 2,15$

Зважаючи на таку різницю в габітусі рослин видів, що вивчаються, можна рекомендувати використання *L. thracicum* і *L. narbonense* на альпійських гірках, а більш високі *L. hirsutum*, *L. austriacum* і *L. perenne* – як рослини другого (заднього) плану. Усі види, що вивчаються, дуже ефектні в групових композиціях на клумбі. Крім того, представники роду *Linum* мають стійкість до посухи і інших несприятливих природних чинників і їх можна висаджувати на відкритих сонячних місцях.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення важливої наукової проблеми з розробки теоретичних основ селекції льону олійного, спрямоване на підвищення врожайності і поліпшення якості олії шляхом отримання нового селекційного матеріалу традиційними і новітніми методами, використання параметральної моделі сорту, удосконалення схеми селекційного процесу, розширення генетичних ресурсів та збагачення генофонду культури для підвищення ефективності селекційної роботи. Створено високопродуктивні сорти з високою олійністю і різним жирнокислотним складом олії, що має суттєве значення для сільськогосподарського виробництва України та розвитку спеціальної селекції льону олійного.

На основі встановлених наукових положень можна зробити такі висновки:

1. Вперше розроблено і науково обґрунтовано оптимальні параметри моделі сорту льону олійного за біологічними, господарсько-цінними і морфологічними ознаками, які дозволять збільшити ефективність відбору нових генотипів і більш цілеспрямовано проводити селекцію до умов Степу України. Розроблена модель сорту льону олійного передбачає формування біотипу, який здатний перевищити за врожайністю існуючі сорти на 25-30 %.

2. За результатами порівняльного аналізу існуючих сортів встановлено, що для ґрунтово-кліматичних умов Степу України, згідно запропонованої моделі, для формування урожаю на рівні 2,5 т/га і більше, сорти льону олійного, які будуть створюватись, повинні мати наступні параметри ознак: тривалість вегетаційного періоду – 91-95 діб, посухостійкість – не менше 4 балів; висота рослини – 52-62 см; кількість стебел – 3-4 шт.; маса насіння з 1 рослини – 0,70-0,85 г при масі 1000 насінин не менше 8,5 г. Показники олійності модельного сорту мають бути вище 48 % і сорт повинен мати морфологічну маркерну ознаку.

3. Серед сортів льону олійного селекції ІОК та ЗНУ найбільш близьким до заданої моделі був сорт Водограй. З великої групи інших сортів виділені сорти Айсберг і Золотистий, що характеризуються комплексом господарсько-корисних ознак та відповідають ряду показників розробленої моделі. Перспективним напрямом буде створення генотипів, які об'єднують більшу кількість заданих параметрів.

4. Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між урожайністю та масою насіння з 1 рослини ($r = 0,99$), урожайністю та кількістю бічних стебел на рослині ($r = 0,92$). Оцінка сили зв'язку показала існування лінійного тісного кореляційного зв'язку між масою насіння з 1 рослини та кількістю бічних стебел ($r = 0,93$), а також тісного кореляційного зв'язку між тривалістю вегетаційного періоду та висотою ($r = 0,87$) і між висотою та кількістю бічних стебел ($r = 0,83$).

5. Схема удосконалення селекційного процесу льону олійного включає: 1) використання розробленої моделі сорту; 2) створення генетичної мінливості для добору вихідного матеріалу різними методами; 3) відбір на поєднання високої продуктивності і стабільності прояву ознак в одному генотипі.

6. Доведено, що метод експериментального мутагенезу є високоефективним для створення вихідного матеріалу льону олійного. Кількість сортів, одержаних методом прямого добору мутантів, складає майже 40 % від загальної кількості сортів льону олійного запорізької селекції. Індукований мутагенез значно розширює рамки формотворчого процесу у льону і забезпечує створення мутантних сортів й отримання нових ознак. На базі отриманих мутантних форм започатковано нові селекційні напрями – на змінення жирнокислотного складу олії льону (технічний і харчовий) та створення сортів з морфологічними маркерними ознаками.

7. Методом міжвидової гібридизації *Linum humile* L. з однорічними дикими видами *L. angustifolium* і *L. bienne* отримано цінний селекційний матеріал. Одержані лінії характеризуються комплексом ознак культурного і диких батьків, мають елементи новизни і є перспективними для включення в селекційно-генетичну роботу. Як перспективний матеріал, який поєднує комплекс господарсько-цінних ознак, виділилися зразки А-11 (UF0402154) і В-11 (UF0402153).

8. Розроблено і запатентовано ефективний спосіб електрофоретичного розподілу запасних білків насіння льону (№ 27671 від 12.11.2007). Створено каталог у вигляді детальних білкових формул (№ 142 від 02.01.2013), які будуть корисні для виявлення оригінальності сортів, визначення генетичної однорідності й типовості та уточнення компонентного складу білків льону. Запропоновано використовувати білкові спектри насіння льону для створення системи паспортизації генотипів і контролю константності сортів, для підвищення ефективності селекційного процесу та в роботі з генетичними ресурсами.

9. Досліджено особливості будови фотосинтетичного апарату зелених рослин і хлорофільних мутантів льону олійного та встановлено зв'язок між морфологією хлоропластів та розвитком рослин. Розроблено спосіб визначення морфології пластидного апарату рослин (№ 111420) і спосіб оцінки й прогнозування продуктивності рослин (№ 106144). Створено високопродуктивний сорт льону олійного Золотистий з хлорофільною недостатністю всієї рослини.

10. Сформовано колекцію з 13 хлорофілдефіцитних мутантних ліній льону олійного. Залежно від фенотипового прояву на ранніх етапах онтогенезу їх поділено на 9 типів: *albina*, *xantha*, *chlorina*, *viridis*, *lutescent*, *striata*, *xanthoviridis*, *xanthocorroded*, *albocorroded*. Запропоновано ширше залучати отриманих мутантів в практичну селекцію, як лінії з новими оригінальними маркерними ознаками.

11. Отримано мутанти і описано нові гени, що детермінують змінені ознаки. Новим генам присвоєно відповідні назви та символи: 1) *white-yellow-green* «wyg» – біло-жовте забарвлення рослини (тип *xantha*); 2) *dirty-yellow-green* «dyg» – грязно-жовте забарвлення листків рослин (тип *xanthoviridis*); 3) *light-green* «lg1» – блідо-зелене забарвлення рослин (тип *viridis*). Встановлено рецесивне моногенне успадкування цих трьох мутацій зміни забарвлення рослин льону.

12. З метою встановлення селекційної цінності диких видів зібрано колекцію з 11 дикорослих видів роду *Linum*, яка містить 5 багаторічних

(*L. austriacum*, *L. hirsutum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. thracicum*) та 6 однорічних видів (*L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*, *L. grandiflorum*, *L. pubescens*). Два види є аборигенними, які зібрано *in situ* в Запорізькій області, а дев'ять – інтродуценти. Створена колекція вивчена *ex situ* за широкою низкою морфологічних, біохімічних і господарсько-цінних ознак і доведено перспективність подальшої роботи з нею.

13. Встановлено, що показники олійності насіння досліджуваних диких видів становлять 24,6-41,2 %, що істотно нижче, ніж у льону олійного. За вмістом білка лише *L. thracicum* перевищує культурний льон. Дикі види мали жирнокислотний склад олії, характерний для культурного льону, з переважанням ліноленової кислоти. Вид *L. hispanicum* відрізняється підвищеним вмістом в олії насичених жирних кислот, *L. grandiflorum* – олеїнової, а *L. thracicum* – лінолевої кислоти, що дозволяє розглядати їх як донорів цих ознак.

14. За результатами комплексної оцінки біологічних особливостей і декоративних ознак диких видів льону вперше виявлено, що багаторічні *L. austriacum* L., *L. hirsutum* L., *L. narbonense* L., *L. perenne* L., *L. thracicum* Degen і однорічні види *L. grandiflorum* Desf. і *L. pubescens* є перспективними для використання в ландшафтних композиціях і декоративному озелененні, завдяки великому розміру квітки, яскравому забарвленню і тривалому цвітінню. Вперше встановлено, що в умовах степової зони України вид *L. hirsutum* має дворічний цикл розвитку і є монокарпіком.

15. Ефективність реалізації програми досліджень з селекції льону олійного підтверджують створені у співавторстві 7 сортів, які включено до Реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (Золотистий, Ківіка, Водограй, Світлозір, Патрицій, Вогні Дніпрогесу, Запорізький богатир) та льону великоквіткового (Вогник). Завдяки впровадженню у сільськогосподарське виробництво України цих сортів посівні площі під сортами льону олійного селекції ІОК та ЗНУ зросли з 0,5 до 50 тис. га.

16. Практичним результатом роботи є створення та передача до Національного центру генетичних ресурсів рослин України 7 зразків генофонду льону, робочої ознакової колекції генофонду льону олійного за елементами продуктивності та спеціальної ознакової колекції генофонду льону за білковими маркерами. Пріоритет створення підтверджено 9 свідоцтвами про реєстрацію колекційного генофонду рослин в Україні.

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ПРАКТИКИ ТА ВИРОБНИЦТВА

Проведене дослідження слугує генетичною базою та науковим підґрунтям для покращання селекційного процесу льону олійного.

Науково-дослідним селекційним установам рекомендується:

– При створенні високопродуктивних сортів льону олійного з високою якістю насіння використовувати розроблену модель сорту як робочу, а за критерії пошуку вихідних форм доцільно використовувати розроблені нами основні параметри моделі сорту.

– Обирати за донорів господарсько-цінних ознак в селекційній практиці сорти Водограй, Золотистий, Айсберг, які визначені кращими. Для підвищення вмісту олії в насінні як вихідний матеріал використовувати сорти Золотистий, Водограй, Айсберг, Славний. В селекційних програмах на змінений жирнокислотний склад олії використовувати сорт Ківіка – для підвищення вмісту гліцеридів олеїнової та лінолевої кислот, сорт Золотистий – для підвищення вмісту гліцеридів ліноленової кислоти.

– Для розширення корисного генетичного різноманіття льону олійного та створення нових сортів методом прямого добору мутантів рекомендується застосовувати метод експериментального мутагенезу.

– В практичній селекційній роботі та насінництві при створенні сортів і визначенні оригінальності проводити оцінку, ідентифікацію селекційного й колекційного матеріалу з використанням методу електрофорезу запасних білків;

– Використовувати спосіб визначення морфології пластидного апарату рослин і спосіб оцінки та прогнозування продуктивності рослин при вивченні фотосинтетичної активності різних генотипів в селекційних програмах.

– Для створення ліній льону з маркерними ознаками використовувати колекцію хлорофілдефіцитних мутантних ліній, особливо типу *chlorina*, які не виявляють пригніченості рослин.

– Ширше використовувати потенціал генетичних ресурсів льону, залучаючи до міжвидової гібридизації *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. crepitans*, *L. hispanicum*, як донори великої кількості бічних стебел та зміненого жирнокислотного складу олії.

– Застосовувати в декоративному озелененні дикі види льону *L. grandiflorum*, *L. austriacum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. hirsutum*, *L. thracicum*, *L. pubescens*, які характеризуються комплексом ознак декоративності і добре пристосовані до кліматичних умов півдня України.

– Підприємствам різних форм власності використовувати високопродуктивні, високоолійні сорти льону олійного, адаптовані до умов Степу та Лісостепу України, занесені до Державного реєстру сортів України: Водограй і Золотистий – технічного напрямку (з вмістом ліноленової кислоти більше 70 %); Ківіка – харчового напрямку (з вмістом олеїнової кислоти до 39 %); Світлозір, Запорізький богатир – великонасінневі (з масою 1000 насінин більше 9 г).

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія

1. Лях В. А., Полякова И. А., Сорока А. И. Индуцированный мутагенез масличных культур. Запорожье: ЗНУ, 2009. 266 с.

Статті у наукових фахових виданнях України

2. Полякова И. А. Наследование хлорофильной мутации *xanthaviridis* у льна масличного. *Наук.-техн. бюл. ІОК УААН*. Запоріжжя, 2009. Вип. 14. С. 52-55.

3. Полякова И. А. Модель сорта льна масличного для Степной зоны. *Наук.-техн. бюл. ІОК НААН*. Запоріжжя, 2015. Вип. 22. С. 26-34.

4. **Полякова И. А.** Сравнительное изучение однолетних диких видов льна по основным хозяйственно-ценным признакам. *Наук.-техн. бюл. ИОК НААН*. Запоріжжя, 2016. Вип. 23. С. 88-95.

5. **Полякова І. О.** Селекційна оцінка сортових ресурсів льону олійного. *Наук.-техн. бюл. ИОК НААН*. Запоріжжя, 2019. Вип. 27. С. 79-87.

6. **Полякова И. А.,** Лях В. А. Использование индуцированного мутагенеза в селекции льна масличного. *Наук.-техн. бюл. ИОК УААН*. Запоріжжя, 2004. Вип. 9. С. 53-58. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

7. **Полякова И. А.,** Бигун М. С., Ягло М. Н. Особенности ведения семеноводства льна масличного. *Наук.-техн. бюл. ИОК УААН*. Запоріжжя, 2005. Вип. 10. С. 94-100. (Частка авторства – 70 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

8. Махно Ю. А., **Полякова И. А.** Оценка засухоустойчивости селекционного материала льна. *Наук.-техн. бюл. ИОК УААН*. Запоріжжя, 2006. Вип. 11. С. 89-93. (Частка авторства – 30 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

9. Ягло М. Н., Лях В. А., **Полякова И. А.** Проявление краевого эффекта на делянках разной площади у льна масличного. *Наук.-техн. бюл. ИОК УААН*. Запоріжжя, 2006. Вип. 11. С. 117-121. (Частка авторства – 40 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

10. Махно Ю. А., **Полякова И. А.** Сравнительное изучение спектров запасных белков семян диких видов льна. *Наук.-техн. бюл. ИОК УААН*. Запоріжжя, 2007. Вип. 12. С. 45-49. (Частка авторства – 30 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

11. Сагайдак Є. О., **Полякова І. О.** Використання міжвидової гібридизації для отримання нового вихідного матеріалу льону олійного. *Бюлетень Інституту зернового господарства УААН*. Дніпропетровськ, 2008. Вип. № 33-34. С. 270-272. (Частка авторства – 70 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

12. Сагайдак Е. А., **Полякова И. А.** Особенности межвидовой гибридизации у льна. *Наук.-техн. бюл. ИОК УААН*. Запоріжжя, 2008. Вип. 13. С. 88-92. (Частка авторства – 60 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

13. Лях В. О., Ягло М. М., **Полякова І. О.** Успадкування забарвлення насіння у льону олійного. *Вісник аграрної науки*. Київ, 2008. № 3. С. 47-48. (Частка авторства – 40 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

14. **Полякова І. О.,** Лях В. О. Методологічні основи селекції льону олійного. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області : науково-виробничий зб. УААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, ЦНЗ АПВ Харківської області*. Харків, 2009. Вип. № 5. С. 125-130. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

15. Махно Ю. А., **Полякова И. А.**, Лях В. А. Определение полиморфизма запасных белков семян льна масличного методом электрофореза. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. праць. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ : Логос, 2010. Т. 8. С. 397-401. (Частка авторства – 30 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

16. **Полякова І. О.**, Лях В. О. Сучасні методологічні аспекти селекції льону олійного. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. праць. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ : Логос, 2011. Т. 10. С. 508-510. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

17. **Полякова И. А.**, Лях В. А. Особенности фотосинтетического аппарата хлорофиллдефицитных мутантов льна масличного. *Достижения и проблемы генетики, селекции та биотехнологии* : зб. наук. праць. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ : Логос, 2012. Т. 3. С. 530-534. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

18. **Полякова И. А.** Использование межвидовой гибридизации при создании ценного исходного материала льна масличного. *Фактори експериментальної еволюції організмів* : зб. наук. праць. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. до 100-р. Н. Борлоуга. Київ : Логос, 2014. Т. 15. С. 227-130.

19. Махно Ю. О., **Полякова І. О.** Встановлення рівня поліморфізму компонентного складу запасних білків насіння льону олійного в поколіннях F_2 та F_3 . *Наук.-техн. бюл. ІОК НААН*. Запоріжжя, 2015. Вип. 22. С. 18-25. (Частка авторства – 30 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

20. **Полякова И. А.**, Лях В. А. Сбор и изучение коллекции многолетних диких видов льна. *Генетичні ресурси рослин*. Харків, 2016. Вип. № 19. С. 92-101. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

Стаття у науковому фаховому виданні України, включеному до міжнародних наукометричних баз даних

21. **Полякова І. О.** Доместикація дикоростучих в Україні видів льону *Linum hirsutum* та *Linum austriacum*. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2014. № 5. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Nd_2014_5_8.pdf

Статті у наукових виданнях інших держав та занесених до наукометричних баз даних

22. **Полякова И. А.**, Лях В. А. Хлорофильная мутация *xantha*, индуцированная гамма-лучами у льна масличного. сб. науч. материалов *Льноводство : Реалии и перспективы* : Могилев, 2008. С. 127-130. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

23. **Полякова И. А.**, Лях В. А. Перспективы использования диких видов льна в декоративном озеленении. *Вестник Белорусской сельскохозяйственной академии*. 2015. № 2. С. 96-100. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

24. **Полякова И. А.**, Левченко В. И., Поляков В. А. и др. Особенности биохимического состава семян диких видов льна. Масличные культуры. *Научно-технический бюллетень ВНИИМК*. Вып. №2 (162). Краснодар, 2015. С. 34-39. (Частка авторства – 70 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

25. **Poliakova I.**, Lyakh V. Comparative characteristics of vegetative and generative sphere in plants of wild flax species. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*. Vol. 3. No. 5. 2017. P. 3743-3754. Sept.-Oct. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

Статті у інших наукових виданнях

26. Лях В. А., **Полякова И. А.** Скрещиваемость между некоторыми гетеростильными видами льна. *Вісник ЗДУ*. Запоріжжя, 2004. № 2. С. 180-183. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

27. Махно Ю. А., **Полякова И. А.**, Войтович Е. Н., Лях В. А. Электрофоретическое разделение запасных белков семян льна масличного. *Вісник ЗНУ*. Запоріжжя, 2006. № 2. С. 124-127. (Частка авторства – 25 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

28. **Полякова І. О.**, Сьоміна Р. С., Ягло М. М. Насінництво льону олійного. *Насінництво*. № 12 (48). 2006. С. 23. (Частка авторства – 70 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

29. **Полякова И. А.**, Онуфриева Н. В., Лях В. А. Особенности изменений пигментного комплекса у хлорофильных мутантов льна масличного на ранних этапах онтогенеза. *Физиология и биохимия культурных растений*. Київ, 2007. Т. 39. № 6. С. 531-537. (Частка авторства – 60 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

30. **Полякова И. А.** Мутация *viridis*, индуцированная у льна масличного. *Вісник ЗНУ*. Запоріжжя, 2008. № 2. С. 162-164.

31. Лях В. А., **Полякова И. А.**, Ягло М. Н. Виды рода *Linum* L. для декоративного использования. *Запорожский медицинский журнал*. № 2. Т. 2. Запорожье, 2008. С. 90-91. (Частка авторства – 40 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

32. Лях В. А., **Полякова И. А.** Использование индуцированного мутагенеза для расширения генетических ресурсов льна. *Фактори експериментальної еволюції організмів : зб. наук. праць. Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. Київ : Логос, 2008. С. 146-150. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

33. Левчук Г. М., Яранцева В. В., **Полякова І. О.** Вплив рівня освітлення на пігментний склад різних типів хлорофільних мутантів льону олійного. *Вісник ЗНУ. Запоріжжя*, 2009. № 2. С. 15-20. (Частка авторства – 35 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

34. **Полякова І. А.**, Левчук А. Н., Яранцева В. В., Лях В. А. Сравнительная морфология хлорофилльных мутантов льна масличного и их пластидного аппарата. *Актуальні питання біології, екології та хімії*: електронне наукове видання. Запорізький національний університет. 2011. № 1. С. 66-74. (Частка авторства – 40 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення). – Режим доступу: <https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/>

35. **Полякова І. О.**, Левчук Г. М., Яранцева В. В., Лях В. О. Біохімічні та анатомо-морфологічні особливості будови фотосинтетичного апарату хлорофільних мутантів льону олійного. *Вісник ЗНУ. Запоріжжя*, 2011. № 2. С. 28-35. (Частка авторства – 30 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

36. Левчук А. Н., **Полякова І. А.**, Войтович Е. Н., Лях В. А. Особенности морфологии пластидного аппарата хлорофилльных мутантов льна масличного. *Физиология и биохимия культурных растений*. Київ, 2012. Т. 44. № 3. С. 232-239. (Частка авторства – 40 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення).

37. **Полякова І. А.**, Левчук А. Н., Яранцева В. В., Лях В. А. Фенотипическое проявление мутаций хлорофиллдефицитности на ранних этапах онтогенеза льна масличного. *Актуальні питання біології, екології та хімії*: електронне наукове видання. Запорізький національний університет. 2013. № 1. С. 49-57. (Частка авторства – 60 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення). – Режим доступу: <https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/>

38. **Полякова І. А.**, Лях В. А. Морфологические и биологические особенности *Linum hirsutum* L. *Актуальні питання біології, екології та хімії*: електронне наукове видання. Запорізький національний університет. 2014. Т. 8. № 2. С. 5-19. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення). – Режим доступу: <https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/>

39. **Полякова І. А.**, Гудошник М. Н. Сравнительная характеристика новых линий льна, полученных методом межвидовой гибридизации. *Актуальні питання біології, екології та хімії*: електронне наукове видання. Запорізький національний університет. 2015. Т. 9. № 1. С. 34-46. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення). – Режим доступу: <https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/>

40. **Полякова І. А.**, Матковская Ю. А. Изменчивость морфометрических показателей признаков декоративности многолетних диких видов рода *Linum*. *Актуальні питання біології, екології та хімії*: електронне наукове видання. Запорізький національний університет. 2016. Т. 11. № 1. С. 41-54. (Частка авторства – 80 %, планування і виконання експериментів, аналіз і узагальнення). – Режим доступу: <https://sites.znu.edu.ua/bio-eco-chem-sci/>

41. Лях В. О., Товстановська Т. Г., Ягло М. М., Сагайдак Є. О., Махно Ю. О., Журавель В. М., **Полякова І. О.** Новий великонасінневий сорт льону олійного Світлозір. *Аграрна наука – виробництво* : науково-інформаційний бюлетень завершених наукових розробок. Київ : НААНУ, 2017. С. 6.

Патенти

42. Лях В. О., Махно Ю. О., **Полякова І. О.** Войтович О. М., Аксьонов І. В. Спосіб електрофоретичного розподілення запасних білків насіння льону. Патент на корисну модель № 27671.

43. Лях В. О., Яранцева В. В., Левчук Г. М., **Полякова І. О.** Спосіб оцінки та прогнозування продуктивності рослин. Патент на винахід № 111420. Зареєстровано 25.04. 2016.

44. Лях В. О., Яранцева В. В., Левчук Г. М., **Полякова І. О.** Спосіб визначення морфології пластидного апарату рослин. Патент на корисну модель № 106114. Зареєстровано 25.04.2016.

Авторські свідоцтва

45. А. с. № 05131 Сорт льону олійного Золотистий / В. О. Лях, Л. Ю. Міщенко, **І. О. Полякова** / Ін-т олійних культур. № 03094002 ; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2005 р.

46. А. с. № 07142 Сорт льону олійного Ківіка / В. О. Лях, Л. Ю. Міщенко, **І. О. Полякова**, М. С. Бігун, В. Н. Шегда / Ін-т олійних культур. № 05094003 ; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2007 р.

47. А. с. № 10809. Сорт льону великоквіткового Вогник / В. О. Лях, **І. О. Полякова**, М. А. Мельник, О. І. Хамазюк, Д. О. Качура / Запорізький національний ун-т. № 10308001 ; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2010 р.

48. А. с. № 091327. Сорт льону олійного Водограй / **І. О. Полякова**, В. О. Лях М. М. Ягло, Ю. О. Махно, Т. Г. Товстановська, Л. Ю. Міщенко / Ін-т олійних культур. № 091327 ; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2009 р.

49. А. с. № 150149. Сорт льону олійного Світлозір / В. М. Журавель, В. О. Лях, Ю. О. Махно, **І. О. Полякова**, Є. О. Сагайдак, Т. Г. Товстановська, М. М. Ягло / Ін-т олійних культур. № 10094003; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2015 р.

50. А. с. № 180435. Сорт льону олійного Патрицій / В. О. Лях, Ю. О. Махно, Т. Г. Товстановська, Є. О. Сагайдак, М. М. Ягло, **І. О. Полякова**, А. І. Сорока / Ін-т олійних культур. № 13035001; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2018 р.

51. А. с. № 180437. Сорт льону олійного Вогні Дніпрогесу / Ю. О. Махно, М. М. Ягло, Є. О. Сагайдак, В. О. Лях, **І. О. Полякова**, Т. Г. Товстановська, В. О. Поляков / Ін-т олійних культур. № 15035002; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2018 р.

52. А. с. № 180440. Сорт льону олійного Запорізький богатир / Ю. О. Махно, М. М. Ягло, Є. О. Сагайдак, В. О. Лях, Т. Г. Товстановська, А. І. Сорока, **І. О. Полякова** / Ін-т олійних культур. № 15035006; занесено до Державного реєстру сортів, придатних для поширення в Україні з 2018 р.

Свідоцтва про реєстрацію зразка

53. Лях В. О., Міщенко Л. Ю., **Полякова І. О.** Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 342 : Україна : Льон олійний, лінія М-24. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0401761. № 000305. Заявл. 2007.

54. Лях В. О., Міщенко Л. Ю., **Полякова І. О.** Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 343 : Україна : Льон олійний, лінія М-37. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0401764. № 000306. Заявл. 2007.

55. Лях В. О., Міщенко Л. Ю., **Полякова І. О.** та ін. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 612 : Україна : Льон олійний, сорт Ківіка. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0401948. № 001409. Заявл. 2008.

56. Лях В. О., **Полякова І. О.**, та ін. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 95: Україна : Робоча ознакова колекція генофонду льону олійного за елементами продуктивності. № 000191. Заявл. 2010.

57. Махно Ю. О., **Полякова І. О.**, Лях В. О. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 142: Україна : Спеціальна ознакова колекція генофонду льону за білковими маркерами. № 000267. Заявл. 2012.

58. **Полякова І. О.**, Лях В. О. та ін. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1075: Україна : Зразок генофонду льону низького (кудряшу), лінія А-11. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0402154. №002513. Заявл. 2013.

59. **Полякова І. О.**, Лях В. О. та ін. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1076: Україна : Зразок генофонду льону низького (кудряшу), лінія В-1. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0402153. № 002514. Заявл. 2013.

60. Лях В. О., **Полякова І. О.**, Мельник М. А. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1073: Україна : Зразок генофонду льону великоквіткового, сорт Вогник. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0402130. № 002250. Заявл. 25.05.2011.

61. Лях В. О., **Полякова І. О.** Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1314: Україна : Зразок генофонду льону низького (кудряшу), лінія М-205. Зареєстрований під номером Національного каталогу UF0402187. № 003252. Заявл. 2014.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

62. Махно Ю. А., **Полякова І. А.** Изучение запасных белков льна масличного методом электрофореза в полиакриамидном геле. *Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва*: зб. тез III-ої Міжн. наук. конф. молодих вчених (20-22 червня 2006 р.). Харків, 2006. С. 106-107.

63. Кузьменко О. О., **Полякова І. О.** Порівняльна характеристика перспективних зразків льону за господарсько-цінними ознаками. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії* : зб. матеріалів II Міжн. конф. 01-03 жовтня 2009 р. ЗНУ. Запоріжжя, 2009. С. 22-24.

64. Дубровіна О. О., **Полякова І. О.** Порівняльна характеристика нових зразків льону за біохімічними ознаками. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії* : зб. матеріалів II Міжн. конф. 01-03 жовтня 2009 р. ЗНУ. Запоріжжя, 2009. С. 17-18.

65. **Полякова І. А.**, Левчук А. Н., Яранцева В. В., Лях В. А. Морфология хлоропластов в зависимости от типа хлорофилльной недостаточности у льна масличного. *Регуляція росту і розвитку рослин* : фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти. Мат. II міжн. наук. конф. 11-13 жовтня, 2011 р. Харків, 2011. С. 75-76.

66. Яранцева В. В., Левчук А. Н., **Полякова І. А.** и др. Влияние уровня освещения на изменение пигментного комплекса у хлорофилльных мутантов *Linum humile* L. *Рослини та урбанізація* : мат. другої наук.-практ. конф. 29-30 листопада 2011 р. Дніпропетровськ : ТОВ ТВГ Куніца, 2011. С. 92-94.

67. **Полякова І. А.** Генетико-селекционная работа с хлорофилльными мутантами льна масличного. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії* : зб. мат. III Міжн. наук.-практ. конф. присвяченої 25-річчю біологічного факультету. 11-13 травня 2012 р. Запоріжжя, 2012. С. 90-91.

68. Яранцева В. В., **Полякова І. А.**, Лях В. А. Анатомо-морфологическое строение хлоропластов льна на разных этапах развития. *Стан природних ресурсів, перспективи їх збереження та відновлення* : зб. мат. II Міжн. наук.-практ. конф. 11-13 жовтня 2012 р., м. Трускавець, 2012. С. 167-168.

69. Яранцева В. В., **Полякова І. А.**, Лях В. А. Сравнительная характеристика пластидного аппарата и продуктивности хлорофилльных мутантов льна масличного. *Современные теоретические и практические аспекты селекции гибридов и сортов масличных культур и разработка технологий их выращивания* : зб. мат. міжн. наук. конф. 21-23 листопада 2012. Запоріжжя, 2012. С. 65.

70. Махно Ю, **Полякова І.**, Лях В. Оценка селекционного материала льна масличного на устойчивость к засухе. *Адаптація землеробства до змін клімату – шлях підвищення ефективності функціонування сільського господарства* : мат. всеукраїнської наук.-практ. інтернет-конф. 15 січня 2013. Інститут зрошуваного землеробства, Херсон, 2013. С. 80-82.

71. **Полякова І. А.** Создание сортов льна масличного методом прямого отбора мутантов. *Генетика і селекція: досягнення та проблеми* : мат. міжн. наук. конф. 18-20 березня 2014 р. Умань, 2014. С. 98-99.

72. **Полякова І. А.** Перспективы использования *Linum hirsutum*. *Онтогенез – стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах* : мат. міжн. наук. конф. до 140-річчя створення ХДАУ. Херсон : ХДАУ, 2014. С. 75-76.

73. **Полякова І. А.**, Левченко В. И. Сравнительное изучение биохимических показателей семян диких видов льна. *Современные научные тенденции, достижения в генетике, селекции, технологии выращивания*

и переработки масличных культур : мат. междун. науч. конф. 24-25 сентября 2014. Запорожье. С. 22 -23.

74. **Полякова И. А.**, Лях В. А. Дикорастущие виды льна *L. hirsutum* и *L. austriacum* как ценный генетический ресурс для озеленения. *Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов* : материалы докладов III Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием (27 марта 2015 г.). Махачкала 2015. С. 23-25.

75. **Полякова И. А.**, Вальчук Т. С., Левчук А. Н. Изучение и мобилизация генетических ресурсов льна. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії* : зб. мат. IV міжн. наук.-практ. конф. 13-15 травня 2015. Запоріжжя, 2015. С. 152-153.

76. **Полякова И. А.**, Светилко И. С. Сравнение сортов льна масличного по показателям продуктивности в условиях юго-востока Украины. *Сучасні проблеми біології, екології та хімії* : зб. мат. IV міжн. наук.-практ. конф. 13-15 травня 2015. Запоріжжя, 2015. С. 154-155.

77. **Полякова І. О.** Збагачення та перспективи використання генетичних ресурсів льону. *Гончарівські читання* : мат. всеукраїнської наук.-практ. конф., присвяченої 86-річчю з дня народження д. с.-г. наук, проф. Гончарова М. Д. 27 травня 2015. Суми, 2015. С. 21-23.

78. **Полякова И. А.** Возможности и перспективы использования *Linum thyracicum*. *Теоретичні основи оптимізації селекційного процесу основних видів сільськогосподарських рослин* : мат. міжн. наук.-практ. конф. 23 червня 2015. Сел. Селекційне : Інститут овочівництва і баштанництва НААН, 2015. С. 109-110.

79. **Полякова И. А.**, Лях В. А. Генетические ресурсы диких видов льна. *Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату* : мат. міжн. наук. інтернет-конф. 30 жовтня 2015. Запоріжжя: ІОК, 2015. С. 24-25.

80. **Полякова І. О.**, Сагайдак Є. О. Кореляційні зв'язки між біохімічними ознаками у мутантних зразків льону. *Перспективи та стратегія адаптивного і ресурсозберігаючого вирощування олійних культур в умовах зміни клімату* : мат. міжн. наук. інтернет-конф. 30 жовтня 2015 р. Запоріжжя : ІОК, 2015. С. 20-21.

81. **Полякова И. А.** Однолетние дикие виды рода *Linum* – ценный генетический ресурс. *Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов* : материалы докладов IV Всероссийской заочной научно-практической конференции с международным участием 25 марта 2016 г. Махачкала, 2016. С. 14-17.

82. **Полякова І. О.** Селекційна оцінка сортових ресурсів льону олійного запорізької селекції. *Олійні культури. Тенденції та перспективи* : збірник тез міжнародної наукової інтернет-конференції. 1 листопада 2016 р. Запоріжжя : ІОК, 2016. С. 28-29.

Науково-методичні рекомендації

83. Лях В. О., **Полякова І. О.** Селекція льону олійного (методичні рекомендації). Запоріжжя : ЗНУ, 2008. 40 с.

84. Чехов А. В., Лапа О. М., **Полякова І. О.**, Міщенко Л. Ю. Льон олійний : біологія, сорти, технологія вирощування. Київ, 2007. 58 с.

АНОТАЦІЯ

Полякова І. О. Теоретичні основи створення високопродуктивних сортів льону олійного в умовах Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 «Селекція і насінництво». – Запорізький національний університет МОН України, Запоріжжя. – ДУ Інститут зернових культур НААН України, Дніпро, 2020.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та практичне вирішення важливої наукової проблеми з розробки теоретичних основ селекції льону олійного на підвищення врожайності і поліпшення якості олії шляхом отримання нового селекційного матеріалу традиційними і новітніми методами, використання параметральної моделі сорту, удосконалення схеми селекційного процесу, розширення генетичних ресурсів та збагачення генофонду культури для підвищення ефективності селекційної роботи.

Вперше створена модель перспективного сорту льону олійного для Степу України з одинадцяти інтегральних показників, отримані нові джерела господарсько-цінних ознак і властивостей, виявлено розширення формотворчого процесу льону при використанні індукованого мутагенезу, встановлено ефективність застосування отриманих мутантів в селекційних програмах, цілеспрямованою інтрогресією плазми методом міжвидової гібридизації *Linum humile* з однорічними дикими видами *L. angustifolium* і *L. bienne* отриманий цінний селекційний матеріал, отримано й описано мутації зміни забарвлення рослин льону, новим генам присвоєно назви та символи: ген «wyg»/«white-yellow-green», ген «dyg»/«dirty-yellow-green», ген «lg1»/«light-green». Створено колекцію з 13 хлорофілдефіцитних мутантних ліній різних типів. Сформовано колекцію з 11 дикорослих видів льону (*L. austriacum*, *L. hirsutum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. thracicum*, *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*, *L. grandiflorum*, *L. pubescens*) та встановлено їх селекційну цінність.

Створено високопродуктивні сорти з високою олійністю і різним жирнокислотним складом олії, що має суттєве значення для сільськогосподарського виробництва України та розвитку спеціальної селекції льону олійного.

Ключові слова: льон олійний, сорт, модель сорту, селекційний процес, метод створення вихідного матеріалу, експериментальний мутагенез, електрофорез запасних білків насіння, фотосинтетичний апарат, мутант, успадковування, дикий вид, генетичний ресурс, колекція, біохімічний склад насіння, селекційна цінність.

АННОТАЦИЯ

Полякова И. А. Теоретические основы создания высокопродуктивных сортов льна масличного в условиях Степи Украины. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 «Селекция и семеноводство». – Запорожский

національний університет МОН України, Запоріжжє. – ГО Інститут зернових культур НААН України, Дніпр, 2020.

В дисертаційній роботі представлені теоретичне обобщення і практичне рішення важкої наукової проблеми по розробці теоретичних основ селекції льна масличного на підвищення урожайності і покращення якості масла, шляхом отримання нового селекційного матеріала традиційними і новітніми методами, використання параметральної моделі сорту, удосконалення схеми селекційного процесу, розширення генетичних ресурсів і обогачення генофонду культури для підвищення ефективності селекційної роботи.

Вперше створена модель перспективного сорту льна масличного для Степи України з одинадцяти інтегральних показувачів, отримані нові джерела господарсько-цінних ознак і властивостей, виявлено розширення формообразовательного процесу льна при використанні індукційованого мутагенезу, встановлено ефективність використання отриманих мутантів в селекційних програмах, цільової інтрогресії плазми методом міжвидової гібридизації *Linum humile* з однолітніми дикими видами *L. angustifolium* і *L. bienne* отриман цінний селекційний матеріал, отримані, описані проявлення і встановлені особливості успадкування мутацій змінення окраски рослин льна, новим генам присвоєні відповідні назви і символи: ген «wyg»/«white-yellow-green», ген «dyg»/«dirty-yellow-green», ген «lgl»/«light-green». Створена колекція з 13 хлорофілдефіцитних мутантних ліній різних типів. Сформована і вивчена *ex situ* колекція з 11 дикорослих видів льна (*L. austriacum*, *L. hirsutum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. thracicum*, *L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*, *L. grandiflorum*, *L. pubescens*) і встановлено їх селекційну цінність.

Створені високопродуктивні сорти з високою масличністю і різним жирнокислотним складом масла, що має важливе значення для сільськогосподарського виробництва України і розвитку спеціальної селекції льна масличного.

Ключові слова: лён масличний, сорт, модель сорту, селекційний процес, метод створення вихідного матеріалу, експериментальний мутагенез, електрофорез запасних білків насіння, фотосинтетичний апарат, мутант, успадкування, дикий вид, генетичний ресурс, колекція, біохімічний склад насіння, селекційна цінність.

ANNOTATION

Poliakova I.O. Theoretical basis for creation of high yield varieties of oil-seed flax in Ukrainian Steppe conditions. - Scientific manuscript for qualification.

Dissertation for obtaining scientific degree of the Doctor of Agricultural Sciences, specialty 06.01.05 «Plant breeding and seed production». – Zaporizhia National University, Zaporizhia. – Institute of Oilseed Crops of NAAS of Ukraine, Dnipro, 2020.

In this dissertation, theoretical generalizations and practical solutions of an important scientific problem are presented, concerning the theoretical basis of breeding oil-seed flax for increasing its yield and improving its quality of oil by obtaining new breeding material by traditional and new methods, by using a parametric model of the variety, by improving the scheme of breeding process and expanding genetic resources and enriching flax gene pool to increase the efficiency of its breeding. High-yield varieties with rich oil content and different fatty acid composition of oil were produced, which is essential for agricultural production in Ukraine and the development of special breeding of oil-seed flax.

For the first time, a model of a promising oil-seed flax variety for Ukrainian steppe was created from eleven integral metrics; new sources of economically valuable traits and properties were obtained; based on the analysis of breeding and genetic parameters, ways of increasing the efficiency of work with this culture were described; expansion of formative process of flax using induced mutagenesis was revealed and efficiency of using the obtained mutants in breeding programs was established; possibility of identifying flax genotypes by electrophoresis of auxiliary seed proteins and using this method in practical breeding for screening material and in seed production was shown; with targeted introgression of plasm by interspecific hybridization of *Linum humile* L. with annual wild species *L. angustifolium* and *L. bienne*, valuable breeding material was obtained with a complex of traits of cultural and wild parents.

For the first time, manifestations were obtained and described, and the peculiarities of mutation inheritance in coloration changes of flax plants were established; new genes were given the corresponding names and symbols: *wyg* / *white-yellow-green* gene, *dyg* / *dirty-yellow-green* gene, and *Lg1* / *light-green* gene. A collection of 13 chlorophyll-deficient mutant lines of the *albina*, *xantha*, *chlorina*, *viridis*, *lutescent*, *striata*, *xanthoviridis*, *xanthocorroded*, *albocorroded* types was created. Structural features of the photosynthetic apparatus of green plants and chlorophyll mutants of oil-seed flax were studied, and the relationship between the morphology of chloroplasts and plant development was established. For the first time, a high yield Zolotystyi variety of oil-seed flax with chlorophyll deficiency of the whole plant was developed.

Method of electrophoretic separation of auxiliary proteins of flax seeds was introduced into the breeding process, as well as a method for assessing and predicting plant productivity, and a method for determining the morphology of the plastid apparatus of plants.

A collection of eleven wild flax species was developed, which was studied *ex situ* according to morphological and biochemical characteristics, and their breeding value was established. It includes 5 perennials (*L. austriacum*, *L. hirsutum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. thracicum*) and 6 annual species (*L. angustifolium*, *L. bienne*, *L. hispanicum*, *L. crepitans*, *L. grandiflorum* *L. pubescens*). Nine species are introduced, and two are indigenous, which were collected *in situ* in the Zaporozhye region. It was established that *L. hirsutum* has a two-year development cycle and is a monocarpic. Sources of valuable decorative traits in wild flax species *L. austriacum*, *L. narbonense*, *L. perenne*, *L. hirsutum*, *L. thracicum*, *L. grandiflorum*, *L. pubescens* were discovered.

As a result of solving this scientific problem, theoretical concepts of developing varieties of oil-seed flax for different uses (technical and food) and ways to increase the productivity of this crop are substantiated, which is confirmed by 7 certificates for varieties of oil flax and 1 variety of decorative flax, 7 certificates of registration of Ukrainian plant gene pool samples and 4 patents. Also registered are the “Working trait collection of the oil-seed flax gene pool by productivity elements” and the “Special trait collection of oil-seed flax gene pool of protein markers”.

Key words: *oil flax, variety, variety model, breeding process, method for creating parent material, experimental mutagenesis, electrophoresis of auxiliary seed proteins, photosynthetic apparatus, mutant, inheritance, wild species, genetic resource, collection, seed biochemical composition, breeding value.*

Підписано до друку 12.06.2020. Формат 60×90/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times.
Умовн. друк. арк. 1,9. Тираж 100 прим. Зам. № 84.

Запорізький національний університет

69600, м. Запоріжжя, МСП-41

вул. Жуковського, 66

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 5229 від 11.10.2016.