



**Чернобай Лариса Миколаївна**, доктор с.-г. наук, завідувач лабораторії селекції та насінництва кукурудзи Інституту рослинництва ім.В.Я.Юр'єва НААН. Впродовж 35 років займається питаннями селекції кукурудзи на стійкість до шкідливих організмів. Результати досліджень опубліковано в наукових виданнях та навчальних посібниках. Автор 278 наукових праць. Співатор 39 гібридів кукурудзи, з яких до Державного реєстру сортів рослин придатних до поширення в Україні занесено 28 гібридів різних груп стиглості зернового та універсального типу використання; 8 колекцій генофонду рослин в Україні та 4 патентів на корисну модель.

Лауреат премії Української академії аграрних наук «За видатні досягнення в аграрній науці» (2003 р.), нагороджена золотою медаллю Міжнародного салону винаходів та нових технологій «Новий час» за наукову розробку «Оптимізація фітосанітарного стану зернових культур» (2006 р.). Лауреат премії акад. Т.Д. Страхова за видатні наукові досягнення в галузі імунітету та захисту рослин від шкідливих організмів «Стойкість до хвороб біотипів кукурудзи та використання імунологічних досліджень в селекційних програмах і агропромисловому виробництві України» (2007 р.).

МЕТОДОЛОГІЯ СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ  
НА СТІЙКІСТЬ ДО БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ

2019



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ РОСЛИННИЦТВА ім. В. Я. ЮР'ЄВА

**ЧЕРНОБАЙ Л. М.**

**МЕТОДОЛОГІЯ  
СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ  
НА СТІЙКІСТЬ ДО  
БІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ**

Харків - 2019

УДК 631.527:633.15:001.891:57.047(081)

Ч 49

Рекомендовано до друку вченою радою Інституту рослинництва  
ім. В. Я. Юр'єва НААН  
протокол № 4 від 05.04.2019 р.

Рецензенти:

Петренко В. П. – доктор с.-г. наук, професор, член-кореспондент  
НААН

Сгоров Д. К. – доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник

**Чернобай Л. М.**

Ч 49 *Методологія селекції кукурудзи на стійкість до біотичних чинників* : монографія / Л. М. Чернобай; НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. – Х.: ФОП Бровін О. В. 2019. – 368 с.

ISBN 978-617-7738-34-2

*У монографії висвітлено методологію гетерозисної селекції кукурудзи на стійкість до збудників хвороб і шкідників. Охарактеризовано природні популяції основних шкідливих організмів та виявлено генетично цінний за стійкістю до них вихідний матеріал для селекції культури.*

*Визначено закономірність прояву гібридами стійкості до збудників хвороб та характер мінливості основних біологічних і господарських ознак у гібридів F<sub>1</sub> та їх батьківських компонентів. Економічно обґрунтовано переваги впровадження в агропромислове виробництво стійких до хвороб і шкідників гібридів кукурудзи.*

*Для науковців, фахівців з селекції і насінництва кукурудзи, викладачів і студентів сільськогосподарських навчальних закладів.*

УДК 631.527:633.15:001.891:57.047(081)

ISBN 978-617-7738-34-2

©Національна академія аграрних наук України  
Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва,  
Л. М. Чернобай, 2019



NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
PLANT PRODUCTION INSTITUTE nd. a V.YA. YURIEV

**CHERNOBAI L. M.**

**METHODOLOGY OF CORN BREEDING  
FOR RESISTANCE TO BIOTIC  
FACTORS**

Kharkiv – 2019

UDC 631.527:633.15:001.891:57.047(081)

Approved for publication by the Academic Council of the Plant  
Production Institute named after VYa Yuriev of NAAS  
Protocol No. 4 dated 05/04/2019

Reviewers:

Petrenkova VP - Doctor of Agricultural Sciences, Professor,  
Corresponding Member of NAAS

Yehorov DK - Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher

**Chernobai LM.** Methodology of Corn Breeding for Resistance  
to Biotic Factors. LM Chernobai: monograph. NAAS, Plant  
Production Institute named after VYa Yuriev. Kh., 2019. 367 p.  
ISBN 978-617-7738-34-2

The monograph describes the methodology of heterotic corn breeding for resistance to pathogens and pests. Natural populations of major main harmful organisms were characterized, and starting material that is genetically valuable in terms of resistance to such organisms was selected for the crop breeding.

Expression patterns of resistance to pathogens in hybrids and variability of the basic biological and economic features in F<sub>1</sub> hybrids and their parents were investigated. benefits of introducing disease- and pest-resistant corn hybrids in agribusiness were economically justified.

The monograph is intended for scientists, corn breeders, corn seed producers, teachers and students of agricultural educational institutions.

ISBN 978-617-7738-34-2

© NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE  
PLANT PRODUCTION INSTITUTE nd. a V.Ya. YURYEV,  
L. M. Chernobai, 2019

## ЗМІСТ

ВСТУПНЕ СЛОВО (академік НААН В. В. Кириченко).....	9
ПЕРЕДМОВА.....	10
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ПРАКТИЧНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ АДАПТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ДО СТРЕСОВИХ ЧИННИКІВ.....	12
1.1 Напрями гетерозисної селекції кукурудзи.....	12
1.2 Сучасний стан селекції кукурудзи на адаптивність до умов вирощування.....	22
1.3 Системний підхід у селекції кукурудзи.....	
1.4 Методичні підходи до створення вихідного матеріалу для селекції кукурудзи на стійкість до біотичних чинників..	30
1.5 Генетичний контроль кількісних ознак, природа і механізми їх формування.....	38
1.6 Використання імунологічних методів для розкриття генетичних механізмів стійкості, визначення донорських властивостей і розробки ефективних схем селекції гібридів кукурудзи.....	43
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ПОПУЛЯЦІЙ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ І ШКІДНИКІВ КУКУРУДЗИ І ВИКОРИСТАННЯ ФІТОПАТОЛОГІЧНИХ ТА ЕНТОМОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ПРИ СТВОРЕННІ СТІЙКОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ.....	55
2.1. Основні хвороби кукурудзи та визначення стійкості до них на провокаційних та штучних фонах.....	55
2.1.1 Сажкові хвороби кукурудзи.....	57
2.1.2 Фузаріозні хвороби кукурудзи.....	75
2.1.3 Хвороби качанів кукурудзи.....	88
2.2 Основні шкідники кукурудзи, визначення стійкості до них на провокаційних фонах.....	97
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ГЕНЕТИЧНО ЦІННОГО ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ.....	108

3.1 Комплексний підхід до створення бази даних генетично цінного вихідного матеріалу для селекції кукурудзи за стійкістю до збудників хвороб та шкідників.....	116
3.1.1 Формування ознакової колекції як джерела вихідного матеріалу для селекції кукурудзи на стійкість до збудників сажкових хвороб.....	119
3.1.2 Формування ознакової колекції за стійкістю до фузаріозних хвороб та кукурудзяного стеблового метелика як джерела вихідного матеріалу для селекції кукурудзи.....	129
3.1.3 Створення стійких до шкідливих організмів ліній для селекції гібридів кукурудзи в умовах східної частини Лісостепу України.....	139
3.2 Удосконалення методів створення штучних інфекційних фонів збудників хвороб кукурудзи для визначення джерел стійкості та створення стійких ліній.....	145
3.2.1 Удосконалення методів створення штучних фонів збудників пухирчастої сажки та фузаріозу качанів кукурудзи	145
3.2.2 Удосконалення методу створення штучного фону збудника летючої сажки.....	149
3.2.3 Використання штучного інфекційного фону фузаріозної стеблової гнилі в селекції кукурудзи на стійкість	151
3.2.4 Розробка способу обліку ураженості кукурудзи збудниками листкових хвороб.....	155
3.3 Визначення генетично цінних зразків за стійкістю до збудників основних хвороб при створенні вихідного матеріалу для селекції кукурудзи.....	156
3.3.1 Створення нового вихідного матеріалу з використанням донорів стійкості до сажкових хвороб.....	156
3.3.2 Створення стійкого до збудників фузаріозу вихідного матеріалу з комплексом цінних господарських ознак за використання місцевих та екзотичних форм кукурудзи.....	166
РОЗДІЛ 4. ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОЯВУ СТІЙКОСТІ ГІБРИДАМИ КУКУРУДЗИ ДО ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ ПРИ СЕЛЕКЦІЇ НА АДАПТИВНІСТЬ.....	177

4.1 Закономірності прояву стійкості до збудника пухирчастої сажки методом гібридологічного аналізу $F_1$ , $F_2$ та в тестерних і діалельних схрещуваннях.....	177
4.2 Закономірності прояву стійкості до фузаріозної стеблової гнилі кукурудзи у батьківських компонентів методом гібридологічного аналізу $F_1$ , $F_2$ .....	184
4.3 Генетична природа та характер успадкування гібридами кукурудзи стійкості до хвороб за порушення збалансованої полігенної системи.....	187
4.4 Селекційна цінність ліній кукурудзи як донорів стійкості до пухирчастої сажки та стеблової гнилі в умовах східної частини Лісостепу України.....	191
4.4.1 Генетичний контроль ознаки стійкості до збудників пухирчастої та летючої сажки у гібридів $F_1$ кукурудзи.....	191
4.4.2 Характер успадкування гібридним потомством ознаки стійкості до фузаріозної стеблової гнилі.....	198
РОЗДІЛ 5. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СЕЛЕКЦІЙНОЇ ЦІННОСТІ ГІБРИДНИХ КОМБІНАЦІЙ ЗА СУКУПНІСТЮ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ ТА ЦІННИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК БАТЬКІВСЬКИХ ЛІНІЙ.....	203
5.1 Селекційно-генетична цінність ліній кукурудзи за нормою реагування на фенотипічне середовище у гібридів $F_1$ .....	204
5.2 Селекційно-генетична цінність батьківських компонентів напівсибсових гібридів $F_1$ кукурудзи за стійкістю до збудника фузаріозу.....	211
5.3 Особливості успадкування гібридами $F_1$ і $F_2$ кукурудзи стійкості до фузаріозної гнилі стебла.....	216
5.4 Природа стійкості до фузаріозної стеблової гнилі за модельною сукупністю гібридів $F_1$ , $F_2$ , $F_3$ кукурудзи.....	223
РОЗДІЛ 6. ПРОГНОЗУВАННЯ СТІЙКОСТІ ГЕНОТИПІВ КУКУРУДЗИ ДО ЗБУДНИКА ФУЗАРІОЗНОЇ СТЕБЛОВОЇ ГНИЛІ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ НА ПІДВИЩЕНИЙ РІВЕНЬ АДАПТИВНОСТІ.....	229

6.1 Прогнозування генетичної цінності ліній за моделями залежності, розробленими на основі результатів аналізу експериментальної вибірки в залежності від анатомо-морфологічних відмінностей стебла кукурудзи.....	229
6.2 Специфічність норми реакції генотипів кукурудзи за стійкістю до фузаріозної стеблової гнилі як складової загальної адаптивності рослин.....	238
<b>РОЗДІЛ 7. ХАРАКТЕР МІНЛИВОСТІ ОСНОВНИХ БІОЛОГІЧНИХ ТА ГОСПОДАРСЬКИХ ОЗНАК У ГІБРИДІВ F<sub>1</sub> ТА ЇХ БАТЬКІВСЬКИХ КОМПОНЕНТІВ.....</b>	<b>248</b>
7.1 Діапазон мінливості основних біологічних і господарських ознак у компонентів топкросних схем схрещування.....	248
7.2 Визначення механізмів генетичної детермінації кількісних ознак у ліній кукурудзи.....	254
7.3 Мінливість урожайності сучасних гібридів кукурудзи харківської селекції в екологічному вивченні.....	257
<b>РОЗДІЛ 8. ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ РОЗРОБКИ СЕЛЕКЦІЇ ГІБРИДНОЇ КУКУРУДЗИ В ІНСТИТУТІ РОСЛИННИЦТВА ІМ. В. Я. ЮР'ЄВА НААН.....</b>	<b>264</b>
8.1 Цінність експериментальних гібридних комбінацій за участю виділених ліній кукурудзи.....	264
8.2 Імунологічна характеристика експериментальних гібридів кукурудзи.....	277
8.3 Рівень конкурсного гетерозису у створених гібридів кукурудзи за цінними господарськими ознаками.....	280
8.4 Економічне обґрунтування впровадження в агропромислове виробництво створених гібридів кукурудзи	290
<b>ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....</b>	<b>310</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>312</b>

## ВСТУПНЕ СЛОВО

Актуальним питанням в селекції кукурудзи на теперішній час є розкриття потенціалу продуктивності культури при повному використанні ресурсів екологічної зони для підвищення рівня продукційного процесу сучасних гібридів. Однак порушення польових сівозмін, накопичення рослинних залишків, на яких зберігаються збудники хвороб і зимують шкідники, тривале збереження їх у ґрунті сприяє поширенню шкідливих організмів, які знижують продуктивність та якість насіння. У середньому втрати рослинницької продукції від шкідливих організмів становлять 30 %, а в періоди спалахів розмноження шкідників, епіфітотійного розвитку хвороб втрати можуть перевищувати 50 %, а іноді урожай гине повністю.

Теоретичною основою створення стійких ліній і гібридів є фундаментальні відкриття системи генетичної взаємодії рослина-патоген-середовище. На базі досліджень механізмів різних типів стійкості в усьому світі розробляються методи створення ліній, що зберігають тривалий час резистентність до найбільш небезпечних патогенів.

Підвищення ефективності селекційної роботи на адаптивність передбачає високий рівень реалізації потенціалу врожайності і визначається її теоретичною базою: знанням генетичного контролю селекційних ознак і типу їх успадкування, характером взаємодії генотипу з середовищем, розробкою еколого-генетичної моделі сорту або гібрида для певних умов, критеріями оцінки селекційного матеріалу.

Відомо, що на території України найбільш небезпечними шкідливими організмами кукурудзи які мають економічне значення, є 22 види шкідників та 16 збудників хвороб різної етіології. Тому актуальність проблеми стійкості гібридів кукурудзи до біотичних чинників селекційним шляхом, яка обумовлена недостатнім рівнем теоретичного обґрунтування та розробки нових методичних підходів гетерозисної селекції культури на дану ознаку, стало підґрунтям пріоритетності та нагальності цього напрямку досліджень.

Видання розраховане на широке коло науковців за спеціальністю селекція і насінництво, а також як навчальний посібник для аспірантів, студентів аграрних університетів та коледжів.

## ПЕРЕДМОВА

Кукурудза – одна з основних культур сучасного світового сільськогосподарського виробництва. Використання зерна цієї культури на продовольство в країнах світу складає близько 20 %, на корм тваринам та птиці близько 60 %, на технічні цілі – 20 %. Вона є сировиною для виробництва олії, крохмалю, патоки, глюкози, алкоголю тощо [1].

Останніми роками за темпами нарощування валових зборів зерна в Україні кукурудза займає провідні позиції. Кліматичні умови та родючі ґрунти країни сприятливі для вирощування кукурудзи і дозволяють отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формування експортного потенціалу країни. Разом з тим, подальший розвиток зернової галузі потребує ґрунтовної економічної оцінки, перегляду цілого ряду позицій щодо технічно-технологічних, організаційно-економічних та ринкових умов функціонування всього комплексу.

Збільшення врожайності кукурудзи в останні роки стає можливим через удосконалення технології її вирощування, застосування оптимальних доз мінеральних добрив і впровадження нових високопродуктивних гібридів, які відрізняються скоростиглістю, високою продуктивністю, сталим імунітетом до хвороб та шкідників, придатних для механізованого збирання. При цьому впровадження у виробництво високопродуктивних гібридів кукурудзи та концентрації її площ у спеціалізованих аграрних формуваннях сприяє не лише збільшенню врожайності, а й породжує чимало проблем [2, 3].

Особливу занепокоєність викликає погіршення загального фітосанітарного стану посівів, що супроводжується посиленням шкідливої дії хвороб та шкідників культури [4, 5]. В економічній ситуації, що склалася, зростає значення стійких до хвороб гібридів як одного з компонентів поліпшення екологічної ситуації й фактора ресурсозберігаючих технологій вирощування.

Відомими в Україні та світі селекціонерами науково-дослідних установ НААН Б. В. Дзюбецьким, Л. В. Козубенком, С. П. Заїкою, А. О. Белоусовим, І. П. Чучмієм, В. В. Моргуном, Ю. О. Лавриненком

та ін. досягнуто значних успіхів у створенні високоврожайних, стійких до збудників хвороб та шкідників гібридів кукурудзи. Однак, враховуючи специфіку селекції на стійкість до шкідливих організмів, необхідно постійно проводити моніторинг патогенного комплексу, визначати морфолого-фізіологічні властивості популяцій небезпечних видів збудників, установлювати взаємовідносини в системі рослина-патоген, виявляти і відбирати високоефективні, адаптовані до зональних умов джерела та донори. За ретельного виконання досліджень гарантований успіх створення конкурентоспроможних селекційних розробок.



## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ПРАКТИЧНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ АДАПТИВНОСТІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

#### 1.1 Напрями гетерозисної селекції кукурудзи

Сучасне виробництво кукурудзи ґрунтується на використанні явища гетерозису – це кількісні зміни фенотипу, що викликаються гетерозиготністю за сприятливої комбінаційної здатності батьківських компонентів [6–10]. Причиною змін є фізико-хімічні і функціональні властивості гібридного геному, а також його організація, що призводить до змін динаміки і організації біологічних процесів в організмі, які виявляються в прискоренні процесів росту, розвитку та підвищенні гомеостазу організму на всіх етапах онтогенезу [11]. Американським ученим Джонсоном ще у 1918 році були проведені схрещування між простими гібридами що дозволило одержати перші подвійні міжлінійні гібриди, які характеризувались значним розвитком рослин, збільшенням продуктивності у порівнянні з вихідними батьківськими компонентами. Природу гетерозису в різні роки вивчали багато дослідників [11–13, 14], оскільки незрозумілість загальної природи цього явища пояснювалась двома причинами: перша причина – об'єктивна складність явища, друга – недостатність підходів і методів, що застосовуються для його вивчення [15–17]. Розрізняють два види гетерозису – репродуктивний (насіненний) і соматичний (вегетативний). Розробці прийомів технології гетерозисної селекції перевагу в дослідженнях надавали В. В. Таланов, М. І. Хаджинов, Б. П. Соколов, В. О. Козубенко та ін. [18–24]. Останніми

десятиліттями по багатьох культурах селекція на гетерозис є основним напрямом [25–30].

При селекції кукурудзи ураховуються конкретні умови вирощування і способи використання (на зерно, силос, зелений корм) [31–35]. Набір різних за вегетацією гібридів у господарстві дає можливість збирати їх в оптимальні строки, що істотно впливає на зменшення втрат урожаю [36, 37]. Існує класифікація груп стиглості кукурудзи за методикою ФАО (Сільськогосподарська і продовольча організація), яка передбачає порівняння тих чи інших зразків з відомими стандартами, кожен з яких має умовне число одиниць [38].

Одним з основних методів створення холодостійких гібридів є схрещування скоростиглих кременистих (холодостійких форм) із зубоподібними лініями або простими гібридами. Теоретичне обґрунтування такого принципу добору батьківських пар найбільш повно отримало своє відображення в роботах В. О. Козубенка, Б. П. Соколова, О. М. Івахненко, О. С. Мусійка [37–42].

Селекція на посухостійкість і жаростійкість спрямована на створення гібридів, які забезпечують стабільно високі врожаї зерна в зонах недостатньої зволоженості [43]. Вивчення змін фізіолого-біохімічного стану рослин в умовах посухи та з'ясування механізмів резистентності дозволило фізіологам запропонувати численні методи оцінки посухостійкості на основі визначення водного статусу рослин, ефективності функціонування фотосинтетичного апарату, транспортної системи, системи перерозподілу асимілатів неспецифічних адаптивних реакцій при субоптимальних режимах температур і вологозабезпечення [44–47]. Успіхи фізіології рослин у дослідженні механізмів адаптації до стресових чинників створили підґрунтя для їх біотехнологічного поліпшення, зокрема методами генетичної інженерії [48, 49].

Добір за врожайністю автоматично поєднує всі відомі і невідомі чинники, пов'язані з посухостійкістю, тобто селекція ведеться на урожайність в умовах посухи [44, 50, 51], фенотипові оцінки урожайності *per se* в умовах стресу, як взагалі і в інших умовах, підпадають під значний вплив паратипової мінливості, в той час як селекційну цінність має лише генотипова компонента загальної мінливості, яка свідчить про високий рівень взаємодії генотип-середовище [51–55]. Вказані факти ускладнюють практичне використання технології селекції з допомогою