

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

ПОНУРЕНКО СЕРГІЙ ГЕННАДІЙОВИЧ

УДК 633.15:631.527:581.16

ВИХІДНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ НА  
ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА В УМОВАХ  
СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

06.01.05 – селекція і насінництво

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Харків – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН впродовж 1996–2020 рр.

**Науковий керівник:** доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник  
**Коломацька Валерія Павлівна,**  
Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН,  
заступник директора з наукової роботи

**Офіційні опоненти:** доктор біологічних наук, професор  
**Січкач В'ячеслав Іванович,**  
Одеська державна сільськогосподарська дослідна  
станція НААН,  
завідувач науково-технологічного відділу  
розробки та впровадження інноваційних  
технологій для інтенсифікації виробництва  
сільськогосподарської продукції

доктор сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник,  
**Марченко Тетяна Юріївна,**  
Інститут зрошувального землеробства НААН,  
завідувач відділу селекції

Захист відбудеться «28 вересня» 2021 року о «13<sup>00</sup>» годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.366.01 при Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН за адресою: м. Харків, пр. Московський, 142, тел.: 098 949 4524, e-mail: yuriev1908@gmail.com

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН за адресою: 61060, м. Харків, пр. Московський, 142

Автореферат розіслано «28» серпня 2021 року

Учений секретар спеціалізованої вченої ради



Ю.С. Огурцов

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Продуктивність рослин є найважливішою агрономічною ознакою, реалізація якої на ценотичному рівні під впливом екологічних і агротехнологічних факторів зумовлює формування рівня урожайності. Селекція на продуктивність є магістральним, але не єдиним, напрямом селекційних програм і повинна поєднуватись з селекційним покращанням інших ознак та має бути забезпечена генетичними системами адаптивності для сталої реалізації в певному виробничому ареалі. Незважаючи на значні успіхи в селекції кукурудзи, недостатньо реалізованим залишається потенціал культури щодо покращаного біохімічного складу зерна. Видове генетичне різноманіття та наявність мутантних форм надають підстави для створення спеціалізованих гібридів кукурудзи харчового, фуражного, крохмалопатокового, біоенергетичного напрямів використання. Проте, сучасний колекційний та селекційний вихідний матеріал кукурудзи є недостатньо вивченим за особливостями прояву ознак продуктивності та якості зерна, рівнями їх сполученої та екологічної мінливості, що зумовлює актуальність цих досліджень.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи виконано в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН впродовж 1996–2020 рр. відповідно до державних пріоритетних завдань НТП «Генетичні ресурси рослин»: «Формування та ведення Національного банку генетичних ресурсів рослин України для використання в селекції високопродуктивних сортів та гібридів сільськогосподарських культур» (№ державної реєстрації 0197U012408), «Збагачення генетичної різноманітності культурних рослин на основі базових, ознакових та спеціальних колекцій генетичного банку рослин України» (№ державної реєстрації 0101U006142); ПНД «Зернові культури»: «Створити та передати до Державного сортовипробування скоростиглі та середньостиглі гібриди кукурудзи, стійкі до хвороб та шкідників, стресових факторів навколишнього середовища, розгорнути їх насінництво, впровадити у виробництво» (№ державної реєстрації 0106U004916), «Розробити теоретичні основи лабільності і гомеостатичності ліній та гібридів кукурудзи різних груп стиглості, екологічно адаптованих до умов вирощування з економічно вигідним насінництвом» (№ державної реєстрації 0111U0033198), «Розробити теоретичні основи багатокритеріального добору селекційного матеріалу кукурудзи для створення гібридів різного цільового призначення з оптимальною узгодженістю морфогенетичних реакцій з динамікою факторів навколишнього середовища» (№ державної реєстрації 0116U001050).

**Мета і завдання дослідження.** Метою досліджень є встановлення закономірностей у формуванні ознак продуктивності та якості зерна кукурудзи в залежності від генотипових та екологічних чинників, а також прояву комбінаційної здатності, створення колекцій з різними рівнями ознак та типами адаптивних реакцій.

Для досягнення даної мети вирішували наступні завдання:

– установити рівні мінливості ознак продуктивності та якості зерна в залежності від генотипових та екологічних факторів у зразків генофонду національної та робочої колекцій ліній кукурудзи;

- класифікувати зразки національної колекції кукурудзи за генотиповими значеннями ознак якості зерна та параметрами екологічної пластичності;
- сформулювати набір еталонних зразків кукурудзи з стабільним проявом ознак для кожної класифікаційної групи;
- установити генотипові рівні та характер сполученої мінливості продуктивності та інших агрономічних ознак у ліній кукурудзи робочої колекції;
- установити рівень гетерозису у експериментальних гібридів кукурудзи відносно їх батьківських форм, вивчити особливості реакції параметрів комбінаційної здатності в різних екологічних умовах;
- дослідити особливості успадкування ознак продуктивності та якості зерна, вивчити їх генетичний контроль;
- створити високопродуктивні та адаптивні гібриди кукурудзи різного напрямку використання середньоранньої та середньостиглої груп стиглості.

*Об'єкт дослідження* – закономірності формування ознак продуктивності та якості зерна ліній кукурудзи, кореляційні зв'язки, комбінаційна здатність та механізми їх генетичного контролю.

*Предмет дослідження* – продуктивність та якість зерна ліній кукурудзи в умовах східної частини Лісостепу України, як вихідний матеріал для селекції.

*Методи дослідження:* Загальнонаукові – висування робочих гіпотез, аналіз, синтез; спеціальні методи – польові для вивчення морфо-біологічних та господарських ознак ліній кукурудзи; біохімічні; вимірювально-ваговий для визначення метричних ознак рослин; генетико-статистичні для проведення системних схрещувань, визначення ефектів комбінаційної здатності, параметрів, що характеризують механізми генетичного контролю ознак, показників екологічної пластичності та стабільності; статистичні для визначення показників варіювання ознак, залежності між ознаками, багатомірних угруповань та оцінки достовірності результатів.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Уперше в умовах східної частини Лісостепу України встановлено рівні мінливості ознак продуктивності та якості зерна в ліній кукурудзи в залежності від генотипових та екологічних факторів. Визначено цінність за ознаками продуктивності та якості зерна зразків різного географічного походження, підвидів та груп стиглості, сформовано ознакові колекції. Виявлено особливості структури кореляційних зв'язків ознак продуктивності та якості зерна в ліній кукурудзи. Встановлено генотипові рівні та мінливість основних біохімічних ефектів ендоспермальних мутацій та особливості їх впливу на інші ознаки якості зерна та продуктивності. Визначено типи адаптивних реакцій ліній кукурудзи за генотиповим ефектом та параметрами екологічної пластичності для ознак продуктивності та якості зерна. Встановлено особливості амінокислотного складу білка зерна та виділено групи ліній з різним амінокислотним профілем та поживною цінністю білка. Визначено особливості параметрів комбінаційної здатності ліній кукурудзи в різних екологічних умовах та їх вплив на рівень гетерозису. Встановлено особливості генетичного контролю та типи успадкування ознак продуктивності і якості зерна гібридів кукурудзи.

*Удосконалено* спосіб класифікації зразків колекції за генотиповими значеннями ознак якості зерна та виділено набір еталонних зразків з стабільним проявом ознак для кожної класифікаційної групи.

*Набули подальшого розвитку* методичні підходи оцінок та класифікації вихідного матеріалу кукурудзи за комплексом ознак з урахуванням адаптивних реакцій.

**Практичне значення одержаних результатів.** Установлені закономірності формування та мінливості ознак продуктивності та якості зерна забезпечили виділення ліній кукурудзи різних груп стиглості з стабільною реакцією на погодні умови. На цій основі сформовано п'ять ознакових колекцій кукурудзи за біохімічним складом зерна, продуктивністю та її елементами, які зареєстровано в Національному центрі генетичних рослин України. Виділено лінії кукурудзи з високою загальною та специфічною комбінаційною здатністю та гібридні комбінації з високим рівнем гетерозису, які рекомендовано для подальшого випробування в гетерозисній селекції. Виділені лінії, що поєднують високий рівень господарсько-цінних ознак з їх стабільністю включено до селекційних програм Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН та інших селекційних установ України. Насіння кращих ліній було розмножено і закладено на середньострокове збереження в Національному сховищі. Отримано 20 свідоцтв НЦГРРУ про реєстрацію ліній кукурудзи та п'ять свідоцтв про реєстрацію ознакових колекцій ліній кукурудзи. За співавторством створено 7 гібридів кукурудзи з високим вмістом крохмалю (Зоряний, Елітнянський, Мавка, Вектор, ХА Болід, Гопак, Дарунок), які внесено до Реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

**Особистий внесок здобувача** полягає у здійсненні аналітичного огляду наукової літератури за темою дисертації, проведенні польових та лабораторних досліджень, аналізі й узагальненні одержаних результатів, статистичній обробці даних, формулюванні висновків і практичних результатів досліджень, написанні наукових публікацій та рукопису дисертації. Авторство здобувача в наукових працях, опублікованих у співавторстві, складає 30–80% і полягає в отриманні експериментальних даних, аналізі і узагальненні результатів, написанні тексту. Частка авторства у зареєстрованих в НЦГРРУ колекціях ліній кукурудзи, складає 10%. Авторство у створених гібридах, які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, складає 5-10%.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень, основні положення та висновки дисертаційної роботи заслухано і обговорено на засіданнях вченої ради Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (м. Харків, 2005–2007 рр.); міжнародній конференції «Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва» (Харків, 1999 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання» (Оброшино, 29 червня – 1 липня 2005 р.); науково-практичній конференції молодих учених «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва» (Київ, 22-24 травня 2007 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Біотехнологія. Наука. Освіта. Практика», (Дніпропетровськ, 11-13 листопада 2008 р.); міжнародній науковій конференції «Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах зміни клімату» (Харків, 7-9 липня, 2015 р.); міжнародній науковій конференції присвяченій 25-річчю Національного генбанку України (Київ, 4-7 липня 2016 р.); міжнародній науковій конференції «Підвищення ефективності селекції та рослинництва у сучасних умовах» (Харків, 3-5 липня 2019 р.)

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 32 наукові праці, у тому числі сім статей у наукових фахових виданнях України, три статті у наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, вісім тез доповідей конференцій, сім публікацій в наукових виданнях, сім авторських свідоцтв на гібриди кукурудзи.

**Структура та обсяг дисертаційної роботи.** Дисертація включає анотацію українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, практичні рекомендації, список використаних літературних джерел і додатки. Матеріали роботи викладено всього на 253 сторінках тексту, в тому числі на 144 сторінках основного комп'ютерного набору тексту. Вона містить 27 таблиць, 15 рисунків і 5 додатків. Список використаних літературних джерел містить 212 найменувань, із яких 136 латиницею.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

### **СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ СЕЛЕКЦІЇ КУКУРУДЗИ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА (Огляд літератури)**

У даному розділі проведено узагальнення та критичний аналіз вітчизняних і закордонних публікацій з питань селекції кукурудзи на продуктивність та покращання біохімічного складу зерна. Висвітлено селекційні досягнення за вказаними напрямками, визначено перспективні методи селекції та категорії вихідного матеріалу, окреслено сучасні тенденції диференціації селекційних розробок в залежності від біохімічного складу зерна, обґрунтовано актуальність та важливість обраного напрямку досліджень.

### **УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження за темою дисертаційної роботи були проведені в 1996–2020 рр. в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН. Польові досліди закладались на полях наукової сівозміни інституту, розміщених в с. Елітне Харківського району Харківської області в умовах, типових для східної частини Лісостепу України.

Погодні умови під час проведення досліджень відзначались нестабільністю термічного режиму та зволоження. При аналізі метеорологічних умов за гідротермічним коефіцієнтом Селянінова (ГТК) за період травень–серпень встановлено, що найбільшу частку склали посушливі (43 %) з ГТК від 0,7 до 1 та гостро посушливі роки (27 %) з ГТК менше 0,7. Менш ніж третина припадає на роки з достатнім (ГТК 1-1,3) та надмірним (ГТК більше 1,3) зволоженням.

Матеріалом для досліджень слугували 326 ліній кукурудзи різного географічного походження з колекції НЦГРРУ, 70 ліній-ендоспермальних мутантів, 229 ліній з робочої колекції лаб. селекції та насінництва кукурудзи Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, 55 експериментальних гібридів діалельної схеми схрещувань та 11 ліній їх батьківських компонентів, 347 експериментальних гібридів кукурудзи попереднього та конкурсного випробування.

Колекційні зразки та лінії-носії ендоспермальних мутацій висівали ручними саджалками на однорядкових ділянках площею 4,9 м<sup>2</sup> при ширині міжрядь 70 см та відстані в рядку 35 см. Стандартами слугували ранньостигла лінія F 2, середньоранні – Харківська 215 та Харківська 164, середньостигла лінія ХА 408. Стандарти

розміщували через кожні 20 ділянок посіву. Експериментальні гібриди та лінії батьківські компоненти діалельної схеми схрещувань висівали ручними саджалками на дворядкових ділянках площею 9,8 м<sup>2</sup> в двократній повторності. Посів пунктирний з міжряддями 70 см та густотою стояння рослин 60 тис./га. Експериментальні гібриди попереднього та конкурсного випробування вивчали на дворядкових ділянках площею 9,8 м<sup>2</sup> при густоті стояння рослин 60 тис./га. В розсаднику конкурсного випробування повторність чотирьохкратна та пунктирний посів ручними саджалками, в розсаднику попереднього випробування повторність двократна та посів сівалкою «Клен-4,2». Стандартами в розсадниках конкурсного та попереднього випробувань було обрано ранньостиглі гібриди Дніпровський 181 СВ (2006-2010 рр.) та ДН Патріот (2011-2020 рр.), середньоранній гібрид Хотин, та середньостиглий – Моніка 350 МВ. Блок ділянок стандартів розміщували через кожні 50 ділянок посіву.

Агротехніка вирощування на дослідних ділянках відповідала прийнятій в зоні, була направлена на оптимізацію росту та розвитку рослин і включала своєчасне проведення комплексу заходів по обробітку ґрунту, захисту від бур'янів та догляду за посівами.

Фенологічні спостереження, польові оцінки та обліки, лабораторні аналізи проводили відповідно до «Методичних рекомендацій польового і лабораторного вивчення генетичних ресурсів кукурудзи» (2003). Розподіл ознак на класи в залежності від рівня ознак проводили згідно «Класифікатора–довідника виду *Zea mays* L.» (1994).

Вміст білка, олії і крохмалю визначали методом інфрачервоної спектроскопії і виражали у відсотках до сухої речовини. Калібровку приладу за вмістом білка здійснювали титриметричним методом К'ельдаля, за вмістом олії – гравіметричним методом С.В. Рушковського, а за вмістом крохмалю – поляриметричним методом Еверса. Амінокислотний склад білка визначали методом рідинної хроматографії на аналізаторі «Alpha-Plus M-4154». Вміст триптофану в білку аналізували колориметричним методом з п – діметиламінобензальдегідом. Визначення вмісту амілози в крохмалі проводили колориметричним методом В. О. Juliano. Вміст вільних цукрів та водорозчинних полісахаридів (ВРП) аналізували після фракціонування вуглеводів зерна за схемою А.Р. Кизеля і визначали за допомогою ферроціанідного методу А.С. Швецова та Е.Х. Лук'яненко.

Для визначення компонентів генотипової дисперсії, параметрів комбінаційної здатності інбредних ліній та ефектів їх екологічної мінливості результати дворічного вивчення гібридів та їх батьківських форм з діалельної схеми схрещувань за другим методом Гріфінга були оброблені в єдиному експериментальному комплексі як серія дослідів згідно з рекомендаціями В.Г. Вольфа з співавторами (1980). Визначення механізмів генетичного контролю ознак в діалельному аналізі проводили за алгоритмом Хеймана керуючись посібниками М.А. Федіна з співавт. (1982) та П.П. Літуна, М.В. Проскурніна (1992). Параметри екологічної пластичності та стабільності оцінювали за методикою S.A. Eberhard, W.A. Russel (1966).

Статистична обробка експериментальних даних, що включала методи варіаційного, дисперсійного, кореляційного, регресійного та кластерного аналізу, виконувалась з використанням ліцензійних комп'ютерних програм MS Excel 2007 та Statistica 6.0.

**ХАРАКТЕР ГЕНОТИПОВОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ ОЗНАК  
ПРОДУКТИВНОСТІ І ЯКОСТІ ЗЕРНА ТА ФОРМУВАННЯ  
СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ КОЛЕКЦІЙ ІНБРЕДНИХ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ**

**Структура фенотипової мінливості ліній кукурудзи за ознаками продуктивності та якості зерна.** При вивченні мінливості ознак продуктивності та якості зерна серед зразків Національної колекції встановлено діапазони їх фенотипового, генотипового та екологічного варіювання (табл. 1) Визначено, що найбільш варіабельними за всіма джерелами мінливості є ознаки «продуктивність», «кількість зерен на качані», «маса 1000 зерен», «вміст олії», для яких фенотипові та генотипові коефіцієнти варіації були на високому та середньому рівнях. Для ознаки «продуктивність» також відмічено високе значення коефіцієнту екологічної варіації (19,4 %), в той час як для інших ознак він не перевищував 10 %. Встановлено високу генотипову мінливість в досліджуваній вибірці, яка охоплювала для більшості ознак чотири з п'яти категорій «Класифікатору-довідника виду *Zea mays* L.», тобто рівні ознак були в межах груп «низька» - «дуже висока». За продуктивністю у вибірці були представлені всі п'ять категорій рівня ознаки. За всіма визначеними класами були виділені еталонні зразки, генотипові значення яких припадали на середину відповідного класу за класифікатором і характеризувались мінімальною екологічною дисперсією.

Таблиця 1 – Варіація ознак якості зерна кукурудзи в залежності від джерела мінливості (1995-1998 рр.)

Ознака	Діапазон мінливості в залежності від			Коефіцієнт варіації в залежності від		
	генотипа, $D_G$	року, $D_Y$	генотипа і року, $D_{GXY}$	генотипа, $V_G$	року, $V_Y$	генотипа і року, $V_{GXY}$
Продуктивність, г зерна з рослини	33,3-114,5	57,2-84,7	17,2-156,4	30,8	19,4	43,3
Кількість зерен на качані, шт.	220-554	368-413	200-648	18,6	5,8	24,1
Маса 1000 зерен, г	150-322	189-224	130-380	15,2	8,6	21
Вміст білка, %	10,2-16,6	10,5-13,3	8,7-17,7	9,8	7,6	9,8
Вміст олії, %	3,2-7,0	4,3- ,8	2,4-7,9	12,6	9,0	16,8
Вміст крохмалю, %	58,1-73,2	58,6-69,2	51,9-74,7	7,7	6,2	6,6

Для встановлення взаємозв'язків між ознаками якості зерна, країною походження, групою стиглості і підвидом використано аналіз таблиць спряженості, які являють собою таблицю частот спостережень, що попали в певні класи або категорії. Високі значення критерія  $\chi^2$  (342,2 для вмісту білка, 305,8 – вмісту олії, 403,5 – вмісту крохмалю, проти табличного – 261,0) в кожному випадку дозволили відкинути нульову гіпотезу про незалежність розподілу ознак. По групі зразків відповідної країни походження обраховані частоти розподілу зразків певного підвиду, групи стиглості і класу ознаки якості. По всіх ознаках весь спектр



розподілу значень в системі «країна походження» – «підвид» – «група стиглості» можна розділити на три типи: 1) частка зразків з низьким рівнем ознаки переважає над часткою зразків з високим рівнем ознаки; 2) частка зразків з низьким рівнем ознаки дорівнює частці зразків з високим рівнем ознаки; 3) частка зразків з низьким рівнем ознаки менша за частку зразків з високим рівнем ознаки. За вмістом білка у зразків з Канади і Німеччини частка з високим рівнем ознаки переважала над часткою з низьким рівнем незалежно від підвиду і групи стиглості. Серед зразків з США до третього типу увійшли зразки середньостиглі кременисті і середньоранні зубовидні. Серед українських зубовидних середньостиглих ліній значно переважають низькобілкові форми, тобто їх ідентифіковано як перший тип. Більшість українських зразків та напівзубовидні середньостиглі лінії з РФ віднесені до другого типу. Розподіл зразків за вмістом олії виявився більш полярним. Зразки другого типу були майже відсутні, а в межах кожної країни походження були ідентифіковані зразки першого і третього типу. До третього типу віднесені напівзубовидні лінії з Канади як середньоранні, так середньостиглі, зубовидні середньостиглі лінії з Польщі, кременисті середньоранні лінії США, середньоранні і середньостиглі кременисті, а також середньостиглі зубовидні зразки з України. При розподілі зразків за вмістом крохмалю в таблицях спряженості зберігається тенденція наявності в класі високого рівня ознаки зразків з України і РФ з майже однорідним представництвом за підвидами і групами стиглості. Необхідно відмітити, що високі рівні ознак якості можна ідентифікувати і серед зразків другого типу, але з меншою ймовірністю.

В результаті вивчення середньоранніх та середньостиглих ліній кукурудзи з робочої колекції лабораторії селекції та насінництва кукурудзи Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, що активно використовується при створенні нових гібридів, було встановлено ряд особливостей за морфобіологічними та господарськими ознаками (табл. 2). В складі робочої колекції переважають середньоранні лінії (76 %) та лінії з напівзубовидним типом зерна (67 %), що відображає основні напрями селекційної роботи за останні роки. Середньостиглі лінії є більш високорослими (в середньому на 12 см), та мають вище прикріплення качана (в середньому на 7 см) порівняно із середньостиглими лініями. За рівнем зернової продуктивності середньостиглі лінії також в цілому мають переваги, але за цією ознакою спостерігається диференціація за типом зернини. Найбільш продуктивними є групи середньостиглих кременистих та середньостиглих напівзубовидних ліній (99,6 та 92,1 г зерна з рослини відповідно) та група середньоранніх зубовидних ліній – 84,3 г зерна. Продуктивність трьох інших груп знаходиться в межах 78,0 – 80,2 г зерна. Кременисті середньостиглі лінії також відзначались більшою, порівняно з іншими групами, кількістю зерен на качані (508 шт.), більшими довжиною та діаметром качана (15,5 та 4,2 см відповідно) та більшою кількістю рядів зерн на качані – 16,7 шт. За масою 1000 зерен виділялись напівзубовидні середньостиглі зразки, хоча в кожній групі за цією ознакою має місце значна мінливість.

Кращі лінії з робочої колекції було зареєстровано в НЦГРРУ та вони увійшли до складу чотирьох ознакових колекцій: за довжиною качана (Свідоцтво № 200 від 12.04.2015 р), за продуктивністю (Свідоцтво №198 від 04.12.2015 р), за кількістю рядів зерен (Свідоцтво № 199 від 04.12.2020 р.), за підвищеною масою 1000 зерен (№ 197 від 04.12.2015).

Таблиця 2. Ознаки продуктивності та морфобіологічні характеристики зразків робочої колекції кукурудзи, 2006-2020 рр.

Ознака	Середньоранні			Середньостиглі		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Кількість зразків, шт.	36	116	20	5	36	14
Кількість зразків, %	16	51	9	2	16	6
Кількість діб від сходів до цвітіння волоті	55,5	56,4	54,9	64,9	63,2	62,8
Висота рослини, см	166,5	167,1	165,3	177,1	178,3	170,9
Висота прикріплення качана, см	55,1	53,0	51,0	62,6	63,6	60,0
Продуктивність рослини, г зерна	78,0	79,6	84,3	99,6	92,1	80,2
Кількість зерен на качані, шт.	393,6	432,9	476,9	507,9	433,3	395,4
Маса 1000 зерен, шт.	247,6	234,5	224,0	241,7	266,8	258,2
Довжина качана, см	14,2	13,9	14,5	15,5	15,2	14,5
Діаметр качана, см	3,6	3,8	3,9	4,2	3,9	3,8
Кількість рядів зерен, шт.	14,1	15,1	15,6	16,7	14,3	14,0
Кількість зерен в ряду, шт.	28,0	28,9	30,6	31,1	30,7	28,4

\* Примітка: 1-кременисті; 2-напівзубовидні; 3-зубовидні

**Особливості кореляційного взаємозв'язку ознак продуктивності та якості зерна.** На основі матриць парних коефіцієнтів кореляції семи ознак структури продуктивності (довжина качана, діаметр качана, кількість рядів зерен, кількість зерен в ряду, кількість зерен на качані, продуктивність, маса 1000 зерен) і трьох ознак якості зерна (вміст білка, вміст олії, вміст крохмалю) ліній кукурудзи були побудовані дендрити структури кореляційних зв'язків окремо для кожного року дослідження (рис. 1). В кожному з чотирьох випадків добре відокремлюється плеяда ознак продуктивності, виділена на рисунку пунктирною лінією, в межах якої структура і напрямок кореляційних зв'язків не змінюються по роках. Серед ознак структури продуктивності неоднозначну реакцію при формуванні кореляційної структури в окремі роки виявлено за ознакою “маса 1000 зерен”. Цей факт можна пояснити тим, що ознака “маса 1000 зерен” формується впродовж значної частини онтогенезу від закладання жіночих квіток до формування і наливу зернівки і великою мірою піддавана впливу екстремальних чинників зовнішнього середовища. Стосовно ознак якості зерна встановлено відсутність стабільних значних за силою кореляційних зв'язків з ознаками продуктивності, оскільки вони утворюють досить лабільні структури з низькими абсолютними значеннями коефіцієнтів кореляції. Це свідчить про незалежний генетичний контроль цих груп ознак і відсутність плейотропних ефектів, які є основними причинами існування кореляційних взаємозв'язків у біологічних об'єктів. З селекційної точки зору, важливою є можливість одночасного покращання ознак якості зерна і продуктивності.

Шляховий аналіз генотипових кореляційних взаємозв'язків продуктивності та її компонентних ознак робочої колекції ліній кукурудзи лабораторії селекції та насінництва кукурудзи Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН дозволив з'ясувати їх структуру в системі прямих та побічних ефектів (табл. 3).

Так, парні коефіцієнти кореляції продуктивності з її складовими були додатними та переважно середніми за силою.

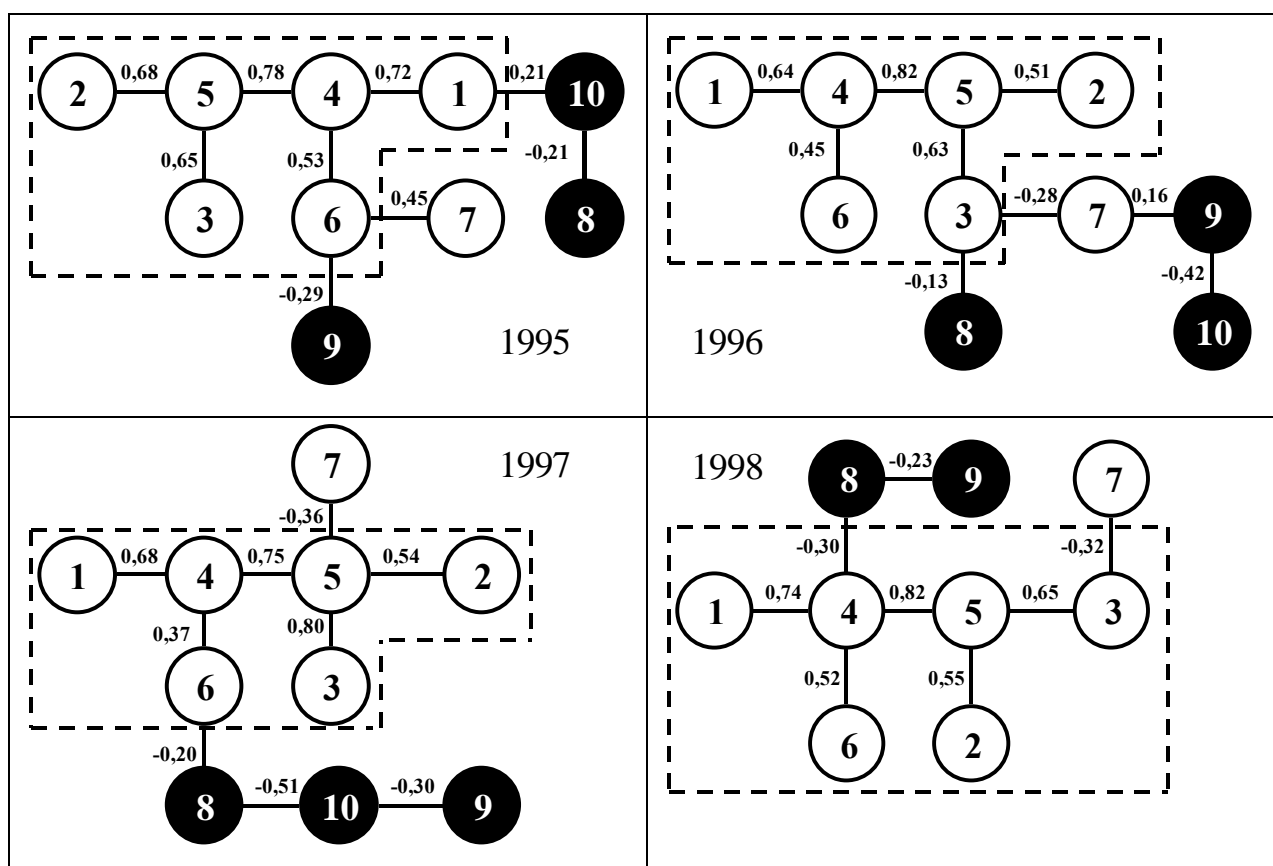


Рис. 1 Структура кореляційних зв'язків ознак продуктивності і якості зерна ліній кукурудзи (1995 – 1998 рр.)

Примітка: 1 – довжина качана, 2 – діаметр качана, 3 – кількість рядів зерен, 4 – кількість зерен в ряду, 5 – кількість зерен на качані, 6 – продуктивність, 7 – маса 1000 зерен, 8 – вміст білка, 9 – вміст олії, 10 – вміст крохмалю.

Таблиця 3 – Шляховий аналіз продуктивності, 2006-2020 рр.

Ознака, що корелює з продуктивністю	Шляхові коефіцієнти						Парна кореляція з продуктивністю
	номер ознаки						
	1	2	3	4	5	6	
1-кількість зерен на качані	<u>0,835</u>	-0,350	0,008	0,023	0,033	0,064	0,613
2-маса 1000 зерен	-0,361	<u>0,812</u>	0,006	0,005	-0,020	-0,013	0,429
3-довжина качана	0,275	0,180	<u>0,025</u>	0,003	-0,008	0,071	0,545
4-діаметр качана	0,470	0,102	0,002	<u>0,041</u>	0,028	0,013	0,656
5- кількість рядів зерен	0,622	-0,362	-0,004	0,027	<u>0,044</u>	0,001	0,327
6- кількість зерен в ряду	0,544	-0,106	0,018	0,006	0,000	<u>0,098</u>	0,559

Але високі значення прямих шляхових коефіцієнтів за впливом на продуктивність відмічено лише для ознак «кількість зерен на качані» та «маса 1000 зерен» (0,835 та 0,812 відповідно). Такі ознаки як «діаметр качана», «кількість рядів зерен» та «кількість зерен в ряду» мали дуже низькі значення прямих шляхових коефіцієнтів (від 0,041 до 0,098), але впливали на продуктивність опосередковано через ознаку «кількість зерен на качані» з значеннями побічних шляхових коефіцієнтів від 0,477 до 0,622. Для ознаки «маса 1000 зерен» спостерігали

суттєвий від'ємний побічний вплив ознак «кількість зерен на качані» та «кількість рядів зерен» з шляховими коефіцієнтами  $-0,350$  та  $-0,362$  відповідно.

Таким чином, встановлено що добори на продуктивність доцільно проводити безпосередньо за кількістю зерен на качані та масою 1000 зерен, в той час як добори за ознаками «діаметр качана», «кількість рядів зерен», «кількість зерен в ряду» є опосередкованими, так як вони знаходяться на іншому рівні в модулі ознаки «продуктивність» і є компонентними для ознаки «кількість зерен на качані».

**Продуктивність, біохімічний склад зерна та адаптивність ліній-носіїв ендоспермальних мутацій.** Найбільш суттєві зміни біохімічного складу зерна кукурудзи, особливо його вуглеводного комплексу, відбуваються при використанні рецесивних ендоспермальних мутацій. За результатами вивчення ліній кукурудзи рецесивних гомозигот за сьома ендоспермальними мутаціями, створених у відділі генетики Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, встановлено, що впливи кожної мутації на кількісні зміни в структурі вуглеводного комплексу є досить стабільними і не відзначаються значним генотиповим різноманіттям (табл. 4). Значно більшу генотипову мінливість для кожної мутації було відмічено за вмістом олії та білка в зерні. Це свідчить про можливість додаткового покращання мутантних форм за вмістом білка та олії, що надасть переваги в харчовій цінності для групи цукрової кукурудзи (мутації *su1*, *se*, *sh2*) та збільшить економічну ефективність глибокої переробки крохмалю (мутації *su2*, *wx*) за рахунок отримання цінних субпродуктів.

Таблиця 4 – Варіювання продуктивності та біохімічного складу зерна ліній кукурудзи-носіїв ендоспермальних мутацій, 2002-2006 рр.

Ознака	Мутація						
	o2	su1	se	sh2	sh1	su2	wx
Кількість зразків, шт.	12	11	12	12	4	10	9
Продуктивність, г з рослини	65,9-81,9	54,6-80,3	53,9-72,3	54,9-72,4	58,7-72,1	55,3-75,2	58,4-79,5
Вміст білка в зерні, %	10,2-11,2	11,6-14,5	12,6-14,6	13,4-16,2	11,9-12,7	11,8-13,8	10,8-12,6
Вміст олії в зерні, %	4,4-5,5	7,4-10,1	7,8-9,3	12,8-15,1	5,6-6,2	4,8-6,2	5,1-6,1
Вміст крохмалю в зерні, %	63,2-65,3	37,3-38,8	35,2-37,8	38,9-41,2	57,4-58,7	57,2-59,1	63,2-64,5
Вміст амілози в крохмалі, %	25,3-26,9	31,5-33,2	32,8-34,3	30,3-32,1	27,4-28,2	40,7-42,4	0,7-0,9
Вміст вільних цукрів в зерні, %	2,4-2,9	5,1-5,8	5,5-6,6	5,5-6,7	2,9-3,3	3,1-3,7	2,1-2,8
Вміст ВРП в зерні, %	1-1,2	20,2-21,8	19,8-21,5	0,7-1,0	1-1,2	1,1-1,3	1,7-2,6
Вміст лізину в білку, %	3,9-4,3	2,9-3,2	-	-	2,6-2,8	-	-

Значне генотипове різноманіття для всіх мутантних форм відмічено за продуктивністю рослини. В групах o2, su1, su2, wx були виділені зразки з високою продуктивністю ( $> 75$  г зерна з рослини). Максимальні значення продуктивності ліній з мутаціями *se*, *sh2*, *sh1* сягали 72,3, 72,4 та 72,1 г зерна з рослини відповідно, а мінімальні значення продуктивності для всіх типів мутацій не були нижчими за 54 г

зерна з рослини, що відповідає середньому рівню ознаки за прийнятою класифікацією.

Аналіз параметрів екологічної пластичності для ліній носіїв ендоспермальних мутацій всіх типів, за виключенням мутації sh1 (в зв'язку з обмеженою чисельністю вибірки), дозволив ідентифікувати в межах кожної групи гомеостатичні форми та форми інтенсивного типу, але не всі з них поєднували бажаний тип екологічної реакції з високими рівнями генотипового ефекту.

Лінії носії ендоспермальних мутацій було включено до складу ознакової колекції з генами біохімічного складу зерна (Свідоцтво № 114 від 18.02.2011 р) зареєстрованої в НЦГРРУ.

**Генотипова мінливість колекційних зразків кукурудзи за вмістом незамінних амінокислот білка зерна.** Для дослідження амінокислотного складу білка зерна використовували 55 зразків колекції кукурудзи. Зразки з України налічували 36 зразків, РФ – 2, Словаччини – 1, Угорщини – 1, Франції – 3, Канади – 4, США – 6, Мексики 2. Встановлено, що порівняно з еталоном ФАО білок зерна кукурудзи можна вважати забезпеченим лейцином, метіонином і цистеїном, фенілаланіном і тірозином. За вмістом валіну і треоніну деякі зразки наближаються до стандарту і навіть перевищують його (за вмістом валіну), інші ж мають досить значний дефіцит вказаних амінокислот. За вмістом лізину, ізолейцину і триптофану всі зразки мають значно нижчі показники порівняно з еталоном ФАО, що можна кваліфікувати як абсолютний дефіцит, хоча в досліді і спостерігається значне генотипове різноманіття за вмістом цих амінокислот в білку зерна.

За допомогою кластерного аналізу за алгоритмом К – середніх експериментальна вибірка розподілена на три кластери, представники яких мають різний амінокислотний профіль. Перший кластер налічує 8 зразків, другий - 37, третій - 10. За допомогою дисперсійного аналізу встановлено наявність суттєвих відмінностей між кластерами за середніми значеннями вмісту всіх незамінних амінокислот за виключенням суми фенілаланіну і тірозину. Зразки першого кластеру характеризуються найвищим вмістом лейцину, треоніну, триптофану і валіну при середньому вмісті інших амінокислот. Особливістю зразків другого кластеру є середні значення вмісту всіх незамінних амінокислот. Параметри третього кластеру майже протилежні першому і характеризуються високим вмістом ізолейцину, лізину і сірковмісних амінокислот (метионін і цистеїн) і значним зниженням вмісту валіну. Таким чином, цінність зразків другого кластеру мінімальна, так як їх характеристики знаходяться на рівні середніх в досліді, що враховуючи дефіцит білка кукурудзи за вмістом більшості незамінних амінокислот, не дає підстав вважати їх джерелами покращання цієї ознаки. Зразки з першого кластеру (УХ 178, СО 72-75-13 PR, ОН 45, ІГ 341, ІГ 473, С 25, SYN 3, POOL 29) є джерелами підвищеного вмісту триптофану, треоніну і валіну, а зразки третього кластеру (ТВА 2008-3, УХ 629-1, НМV 1528, ХЛГ 1551, ХЛГ 1558, СМ145, С 9, ХЛГ 1500, УХК 388, POOL 30 TL 91) є джерелами підвищеного вмісту лізину і ізолейцину. Не виявлено зразків, які поєднують підвищений вміст гостродефіцитних для білка кукурудзи незамінних амінокислот: лізину, триптофану ізолейцину, треоніну і валіну. При розподілі зразків досить рельєфно проявилась від'ємна кореляція між вмістом лізину і валіну, а також додатні кореляції між вмістом валіну і треоніну та валіну і лейцину.

Таким чином, встановлено наявність різних типів профілю незамінних амінокислот в білку зерна кукурудзи, обумовлене особливостями кореляційних зв'язків. Широке генотипове різноманіття колекційних зразків кукурудзи за досліджуваною ознакою зведене до трьох класів з різною біологічною цінністю білка. Виділені зразки з підвищеним вмістом незамінних амінокислот в білку пропонуються як джерела покращання біологічної цінності білка кукурудзи.

## **ОСОБЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ЛІНІЙ КУКУРУДЗИ ТА МЕХАНІЗМІВ ГЕНЕТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ОЗНАК ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА В СИСТЕМІ ДІАЛЕЛЬНИХ СХРЕЩУВАНЬ**

**Компоненти генотипової дисперсії за ознаками продуктивності і якості зерна та їх мінливість в різних екологічних умовах.** Вивчення структури генотипової мінливості ознак продуктивності та якості зерна, шляхом зіставлення факторіальних квадратичних відхилень в дисперсійному комплексі, свідчить про наявність статистично достовірних впливів як ефектів загальної (ЗКЗ) і специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності, так і ефектів їх взаємодії з факторами середовища. Встановлено, що частка впливів ефектів СКЗ виявилась досить однорідною для всіх ознак і коливалась від 21% для вмісту олії до 41 % для вмісту білка. Ефекти ЗКЗ мають найбільший внесок в генотипову дисперсію за масою 1000 зерен та вмістом олії (61% та 50% відповідно), помірний внесок за продуктивністю (30 %) та доволі низький за вмістом крохмалю та вмістом білка – 16% та 10% відповідно. Вплив ефектів взаємодії ЗКЗ×рік не перевищував 10%, а для маси 1000 зерен та вмісту крохмалю був майже відсутнім (4% та 0,4% відповідно). Навпаки, ефекти взаємодії ЗКЗ×рік мають значний внесок в структуру генотипової дисперсії більшості ознак (19-47%) за виключенням маси 1000 зерен (1%).

При аналізі індивідуальних ефектів ЗКЗ ліній кукурудзи та констант взаємодії ЗКЗ×рік (табл. 5) виділені лінії з високими стабільно відтворюваними в різних екологічних умовах ефектами ЗКЗ: за продуктивністю – ХА 412, ХА 408; масою 1000 зерен – ХА 408, ХАР 164, УКУ 10; вмістом білка – ХА 408, УКУ 1, ХАР 144; вмістом олії – УКУ 1, УКУ 20; вмістом крохмалю – ХА 412, ХАР 144. Ряд ліній поєднував високі донорські властивості за кількома ознаками: (ХА 412, ХА 408, УКУ 1, ХАР 144).

Встановлено, що високими значеннями варіанс СКЗ по серії характеризувались лінії: ХА 408, ХА 412, УКУ 20 за продуктивністю; ХА 408, УКУ 20 за масою 1000 зерен; ХА 412, УКУ 10, УКУ 12, УКУ 20 за вмістом білка; ХАР 144, УКУ 10, УКУ 20 за вмістом олії; УКУ 10, УКУ 23 за вмістом крохмалю.

Лінія ХА 408, яка відрізняється високими та стабільними ефектами ЗКЗ за продуктивністю, масою 1000 зерен та вмістом білка, а також високими значеннями варіанс СКЗ за продуктивністю та масою 1000 зерен широко використовується в селекційній роботі і є батьківською формою гібридів Елітнянський, Вектор, ХА Болід, Гопак, Дарунок.

**Характер успадкування та механізми генетичної детермінації ознак продуктивності та якості зерна.** За результатами генетичного аналізу за алгоритмом Хеймана, проведеному на матеріалі діалельної схеми схрещувань за другим методом Грифінга, що включала 11 неспоріднених інбредних ліній кукурудзи, встановлено особливості генетичного контролю ознак продуктивності та якості зерна (табл. 6).

Таблиця 5 – Оцінки ефектів ЗКЗ та констант взаємодії ЗКЗ×рік (КВ), 2012-2013 рр.

Лінія	Продуктивність		Маса 1000 зерен		Вміст білку		Вміст олії		Вміст крохмалю	
	ЗКЗ	КВ	ЗКЗ	КВ	ЗКЗ	КВ	ЗКЗ	КВ	ЗКЗ	КВ
УКУ 12	-8,74	44,53	-1,83	0,93	-0,20	0,17	0,05	0,01	0,00	0,00
УКУ 1	-2,61	0,04	-21,67	0,15	0,34	0,01	0,42	0,01	-0,65	0,05
ХАР 144	-6,58	28,73	6,05	1,31	0,25	0,01	-0,25	0,13	0,61	0,02
УКУ 20	0,23	3,60	-28,39	4,51	-0,01	0,01	0,38	0,05	-0,40	0,08
УКУ 10	-10,91	9,69	15,08	2,35	0,27	0,08	0,29	0,01	-0,80	0,02
ХАР 152	1,93	14,45	-25,34	2,10	0,00	0,06	-0,09	0,00	0,49	0,02
ХАР 297	7,96	22,40	2,03	3,32	-0,09	0,27	-0,19	0,00	0,20	0,60
ХАР 164	2,43	43,94	24,69	1,17	0,23	0,33	-0,41	0,00	0,22	0,27
ХА 412	16,61	5,09	10,91	1,77	-0,97	0,48	-0,38	0,02	1,65	0,03
ХА 408	8,62	3,91	20,57	0,03	0,34	0,02	-0,40	0,02	-0,53	0,02
УКУ 23	-8,93	36,46	-2,09	3,28	-0,17	0,01	0,58	0,02	-0,78	0,19

Таблиця 6 – Параметри генетичного контролю ознак, 2012-2013 рр.

Генетичний параметр	Продуктивність		Маса 1000 зерен		Вміст білку		Вміст олії		Вміст крохмалю	
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
E	70,46	21,77	32,88	37,43	0,01	0,08	0,03	0,02	2,85	2,85
D	703,64	328,11	539,64	598,95	1,63	2,08	0,72	0,49	6,26	6,26
H1	2840,60	1357,34	1237,38	1831,29	1,69	12,99	1,04	0,92	12,76	12,76
H2	2580,12	1097,61	1072,36	1299,27	1,22	12,16	0,90	0,67	10,63	10,63
F	528,78	340,55	147,14	146,29	1,19	1,02	0,33	0,17	6,06	6,06
H1/D	4,04	4,14	2,29	3,06	1,03	6,24	1,45	1,88	2,04	2,04
h <sup>2</sup> /H2	6,41	3,44	3,38	2,26	0,27	0,83	5,19	0,66	-0,12	-0,12
$\sqrt{H1/D}$	2,01	2,03	1,51	1,75	1,02	2,50	1,20	1,37	1,43	1,43
Успадковуваність в широкому сенсі	0,92	0,95	0,95	0,96	0,99	0,98	0,94	0,96	0,57	0,57
Успадковуваність в вузькому сенсі	0,23	0,29	0,59	0,58	0,59	0,23	0,52	0,60	0,17	0,17

Визначено, що тип успадкування був стабільним по роках і відповідав повному домінуванню для всіх ознак за виключенням ознаки продуктивності для якої ідентифіковано наддомінування. Напрямо домінування не змінювався по роках для ознак «продуктивність», «маса 1000 зерен» та «вміст олії» і характеризувався тим, що домінантні гени визначали зменшення рівня ознаки. Для ознак «вміст білка» і «вміст крохмалю» за напрямом домінування зафіксовано перевизначення генетичної формули ознаки за роками в протилежних напрямках. .

Встановлено стабільне переважання домінантних ефектів над адитивними для всіх ознак, за виключенням вмісту білка в 2012 р. коли ці ефекти були рівноцінні.

Стабільно високі значення коефіцієнтів успадкованості в вузькому сенсі, на рівні 0,52–0,60 зафіксовано для ознак «маса 1000 зерен» і «вміст олії», що підтверджується високими рівнями адитивних ефектів в структурі генотипової мінливості. Для ознаки «вміст білка» коефіцієнт успадкованості в вузькому сенсі становив 0,52 лише в умовах 2012 року. Таким чином, встановлено, що добір за фенотипом може бути ефективним для ознак «маса 1000 зерен» і «вміст олії», а для ознаки «вміст білка» лише в умовах характерних для 2012 року.

### ГОСПОДАРСЬКА ЦІННІСТЬ ТА АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ СТВОРЕНИХ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

В результаті виконання досліджень було створено гібриди кукурудзи різних груп стиглості, за участю кращих інбредних ліній, виділених за комплексом цінних господарських ознак. Після проходження кваліфікаційної експертизи сім гібридів було внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. За результатами кваліфікаційної експертизи, проведеної Українським інститутом експертизи сортів рослин (УІЕСР) в 2014-2020 рр., що наведені в табл. 7, ранньостиглий гібрид Зоряний (ФАО 190) та середньоранній гібрид ХА Болід (ФАО 280) були рекомендовані для вирощування в зонах Степу, Лісостепу та Полісся, а інші гібриди – в зонах Степу та Лісостепу.

Таблиця 7 – Характеристика створених гібридів кукурудзи (дані УІЕСР).

Ознака	Зона вирощування	Гібрид						
		Зоряний	Елітнянський	Мавка	Вектор	ХА Болід	Гопак	Дарунок
Роки випробування		2014-2016	2017-2019	2014-2016	2019-2020	2019-2020	2014-2016	2014-2016
ФАО		190	270	270	270	280	300	310
Урожайність зерна при 14 % вологості, т/га	Степ	5,59	5,64	5,3	6,75	5,58	5,5	5,57
	Лісостеп	7,37	9,16	8,31	9,49	8,4	8,53	8,18
	Полісся	7,21	—	—	—	7,4	—	—
± до умовного стандарту, т/га	Степ	1,29	0,14	0,59	1,81	0,64	0,65	0,72
	Лісостеп	0,28	1,37	0,74	1,67	0,22	0,68	0,33
	Полісся	0,29	—	—	—	0,19	—	—
Збиральна вологість зерна, %	Степ	19,0	18,0	17,7	19,3	20,0	20,3	20,8
	Лісостеп	19,0	19,7	19,8	20,5	23,7	23,5	21,6
	Полісся	21,4	—	—	—	—	—	—
Вміст крохмалю, %	Степ	72,2	73,8	72,4	72,8	72,3	71,6	72,4
	Лісостеп	71,0	72,6	72,2	72,8	72,2	71,6	71,4
	Полісся	71,2	—	—	—	71,2	—	—
Вміст білка, %	Степ	9,0	8,8	9,0	9,0	9,5	9,8	9,2
	Лісостеп	10,0	9,0	9,3	8,7	9,8	9,5	9,8
	Полісся	9,9	—	—	—	10,2	—	—



Прибавки урожайності створених гібридів відносно умовного стандарту, принаймні в одній рекомендованій зоні вирощування, перевищували 0,6 т/га, що свідчить про їх високий виробничий потенціал. Гібрид Зоряний перевищив умовний стандарт в зоні Степу на 1,29 т/га, а гібрид Елітнянський в зоні Лісостепу – на 1,37 т/га. Найбільші прибавки урожайності в зонах Степу та Лісостепу забезпечив гібрид Вектор 1,81 та 1,67 т/га відповідно. Збиральна вологість ранньостиглого гібриду Зоряний та середньоранніх гібридів Елітнянський, Мавка, Вектор та ХА Болід в зонах Степу та Лісостепу коливалась на рівні 17,7-23,7 %, а середньостиглих гібридів Гопак та Дарунок – 20,3-23,5 %. Всі створені гібриди характеризуються високим вмістом крохмалю в зерні (71,0-73,8%), незалежно від зони вирощування. Найбільш високий та стабільний в зональному розрізі вміст крохмалю встановлено у гібридів Елітнянський, Мавка та Вектор.

**Економічна ефективність вирощування.** При одночасному покращанні гібридів за урожайністю та якістю зерна економічний ефект від їх впровадження складається не лише з вартості фуражного зерна, а також із вартості додатково отриманої продукції переробки. Встановлено, що прибавки урожайності зерна створених гібридів кукурудзи, наведені в табл. 7 забезпечували в середньому 4353 грн/га прибутку (в цінах на грудень 2020 р.) з коливаннями від 840 грн/га до 10860 грн/га в залежності від гібриду та зони вирощування.

Впровадження гібридів з високим вмістом крохмалю (більше 70%) може забезпечити додатковий середній прибуток 302 грн/га при коливаннях від 41 грн/га до 912 грн/га. Частка вартості додаткової продукції переробки відносно вартості прибавки урожайності може сягати 11,4% при середньому значенні 6,3%.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення важливого наукового завдання з визначення особливостей вихідного матеріалу кукурудзи за продуктивністю та якістю зерна шляхом встановлення закономірностей формування рівнів ознак в залежності від генотипових та екологічних чинників, характеру сполученої мінливості, прояву комбінаційної здатності, механізмів генетичного контролю та адаптивних реакцій. За результатами досліджень виділено джерела цінних ознак, сформовано ознакові колекції, створено нові високоврожайні гібриди з високим вмістом крохмалю та встановлено економічну ефективність їх вирощування, що має важливе теоретичне і практичне значення в галузі гетерозисної селекції кукурудзи та для сільського господарства України.

1. Установлено, що у зразків національної колекції кукурудзи діапазони фенотипового, генотипового та екологічного варіювання були найбільшими для ознак «продуктивність» «кількість зерен на качані», «маса 1000 зерен», «вміст олії». Для ознаки «продуктивність» також відмічено високе значення коефіцієнту екологічної варіації (19,4 %), в той час як для інших ознак він не перевищував 10 %.

2. Визначено взаємозв'язки між ознаками якості зерна, країною походження, групою стиглості і підвидом у ліній кукурудзи. За вмістом білка частка зразків з високим рівнем ознаки переважає над часткою з низьким рівнем у зразків з Канади і Німеччини незалежно від підвиду і групи стиглості та у

середньостиглих кременистих і середньоранніх зубовидних зразків з США. За вмістом олії високі значення ознаки властиві напівзубовидним лініям з Канади як середньораннім, так середньостиглим, зубовидним середньостиглим лініям з Польщі, кременистим середньораннім лініям США, середньораннім і середньостиглим кременистим, а також середньостиглим зубовидним зразкам з України. При розподілі зразків за вмістом крохмалю спостерігається тенденція наявності в класі високого рівня ознаки зразків з України і РФ з майже однорідним представництвом за підвидами і групами стиглості.

3. Установлено, що в робочій колекції кукурудзи має місце диференціація ліній за морфо-біологічними та господарськими ознаками в залежності від групи стиглості та підвиду. Середньостиглі лінії є більш високорослими (в середньому на 12 см), та мають вище прикріплення качана (в середньому на 7 см) порівняно із середньостиглими лініями. За рівнем зернової продуктивності середньостиглі лінії мають переваги, але за цією ознакою спостерігається диференціація за типом зернини. Найбільш продуктивними є групи середньостиглих кременистих та середньостиглих напівзубовидних ліній (99,6 та 92,1 г зерна з рослини відповідно) та група середньоранніх зубовидних ліній – 84,3 г зерна з рослини. Продуктивність інших груп знаходиться в межах 78,0 – 80,2 г зерна з рослини. Кременисті середньостиглі лінії відзначались більшою, порівняно з іншими групами, кількістю зерен на качані (508 шт.), більшими довжиною та діаметром качана (15,5 та 4,2 см відповідно) та більшою кількістю рядів зерен на качані – 16,7 шт. За масою 1000 зерен виділялись напівзубовидні середньостиглі зразки, хоча в кожній групі за цією ознакою має місце значна мінливість.

4. Визначено відсутність стабільних значних за силою кореляційних зв'язків ознак якості зерна з ознаками продуктивності, оскільки вони утворюють досить лабільні структури з низькими абсолютними значеннями коефіцієнтів кореляції, що свідчить про незалежний генетичний контроль цих груп ознак. З селекційної точки зору, важливою є можливість одночасного покращання ознак якості зерна і продуктивності.

5. Установлено високі значення прямих шляхових коефіцієнтів за впливом на продуктивність ліній кукурудзи для ознак «кількість зерен на качані» та «маса 1000 зерен» (0,835 та 0,812 відповідно). Ознаки «діаметр качана», «кількість рядів зерен» та «кількість зерен в ряду» мали дуже низькі значення прямих шляхових коефіцієнтів (від 0,041 до 0,098), але впливали на продуктивність опосередковано через ознаку «кількість зерен на качані» з значеннями побічних шляхових коефіцієнтів від 0,477 до 0,622. Для ознаки «маса 1000 зерен» встановлено суттєвий від'ємний побічний вплив ознак «кількість зерен на качані» та «кількість рядів зерен» з шляховими коефіцієнтами  $-0,350$  та  $-0,362$  відповідно.

6. Доведено, що впливи ендоспермальних мутацій на кількісні зміни в структурі вуглеводного комплексу зерна кукурудзи є досить стабільними і не відзначались значним генотиповим різноманіттям. Значно більшу генотипову мінливість для кожної мутації відмічено за вмістом олії та білка в зерні, значне генотипове різноманіття для всіх мутантних форм відмічено за продуктивністю рослини. В групах o2, su1, su2, wx виділені зразки з високою продуктивністю ( $> 75$  г зерна з рослини), максимальні значення продуктивності ліній з мутаціями se, sh2,

sh1 сягали 72,3, 72,4 та 72,1 г зерна з рослини відповідно, а мінімальні значення продуктивності для всіх типів мутацій були вище 54 г зерна з рослини.

7. Установлено, що порівняно з еталоном ФАО білок зерна кукурудзи можна вважати забезпеченим лейцином, метіоніном і цистеїном, фенілаланіном і тирозіном. За вмістом валіну і треоніну деякі зразки наближаються до стандарту і навіть перевищують його (за вмістом валіну), інші ж мають досить значний дефіцит вказаних амінокислот. За вмістом лізину, ізолейцину і триптофану всі зразки мають значно нижчі показники порівняно з еталоном ФАО. Лінії УХ 178, СО 72-75-13 PR, ОН 45, ІГ 341, ІГ 473, С 25 є джерелами підвищеного вмісту триптофану, треоніну і валіну, а лінії ТВА 2008-3, УХ 629-1, НМВ 1528, ХЛГ 1551, ХЛГ 1558, СМ145, С 9, ХЛГ 1500, УХК 388, є джерелами підвищеного вмісту лізину і ізолейцину.

8. Визначено, що частка впливів ефектів СКЗ в структурі генотипової мінливості виявилась досить однорідною для всіх ознак і коливалась від 21% для вмісту олії до 41 % для вмісту білку. Ефекти ЗКЗ мають найбільший внесок в генотипову дисперсію за масою 1000 зерен та вмістом олії (61% та 50% відповідно), помірний внесок за продуктивністю (30 %) та доволі низький за вмістом крохмалю та вмістом білка – 16% та 10% відповідно. Вплив ефектів взаємодії ЗКЗ×рік не перевищував 10%, а для маси 1000 зерен та вмісту крохмалю був майже відсутнім (4% та 0,4% відповідно). Навпаки, ефекти взаємодії ЗКЗ×рік мають значний внесок в структуру генотипової дисперсії більшості ознак (19-47%) за виключенням маси 1000 зерен (1%).

9. Виділено лінії кукурудзи з високими стабільно відтворюваними в різних екологічних умовах ефектами ЗКЗ: за продуктивністю – ХА 412, ХА 408; масою 1000 зерен – ХА 408, ХАР 164, УКУ 10; вмістом білка – ХА 408, УКУ 1, ХАР 144; вмістом олії – УКУ 1, УКУ 20; вмістом крохмалю – ХА 412, ХАР 144. Ряд ліній поєднував високі донорські властивості за кількома ознаками: (ХА 412, ХА 408, УКУ 1, ХАР 144).

10. Визначено, що тип успадкування був стабільним по роках і відповідав повному домінуванню для всіх ознак за виключенням ознаки продуктивності для якої ідентифіковано наддомінування.

11. Установлено, що добір за фенотипом може бути ефективним для ознак «маса 1000 зерен» і «вміст олії», а для ознаки «вміст білка» лише в умовах характерних для 2012 року.

12. Установлено високі рівні гетерозису та адаптивності у створених гібридів кукурудзи, внаслідок чого гібрид Зоряний перевищив умовний стандарт в зоні Степу на 1,29 т/га, а гібрид Елітнянський в зоні Лісостепу – на 1,37 т/га. Найбільші прибавки урожайності в зонах Степу та Лісостепу забезпечив гібрид Вектор 1,81 та 1,67 т/га відповідно.

13. В результаті проведених досліджень за темою дисертаційної роботи створено гібриди кукурудзи: Зоряний (Свідоцтво № 170829 від 19.05.2017), Елітнянський (Свідоцтво № 190740 від 14.02.2019), Мавка (Свідоцтво № 170827 від 24.03.2017), Вектор (Свідоцтво № 210453 від 16.02.2021), ХА Болід (Свідоцтво № 200558 від 19.05.2020), Гопак (Свідоцтво № 180810 від 18.04.2018) і Дарунок (Свідоцтво № 170829 від 24.03.2017), які внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

14. Доведено, що прибавки урожайності зерна створених гібридів кукурудзи забезпечують в середньому 4353 грн/га прибутку (в цінах на грудень 2020 р.) з коливаннями від 840 грн/га до 10860 грн/га в залежності від гібриду та зони вирощування. Впровадження гібридів з високим вмістом крохмалю (більше 70 %) забезпечує додатковий середній прибуток 302 грн/га при коливаннях від 41 грн/га до 912 грн/га. Частка вартості додаткової продукції переробки відносно вартості прибавки урожайності складає 11,4 % при середньому значенні 6,3 %.

### **ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ТА ВИРОБНИЦТВА**

1. Використовувати в роботі з генетичними ресурсами кукурудзи спосіб класифікації зразків колекції за генотиповими значеннями ознак якості зерна.

2. Використовувати в селекційному процесі при створенні високоврожайних гібридів кукурудзи лінії, які входять до ознакових колекцій: за довжиною качана (Свідоцтво № 200 від 12.04.2015 р), за продуктивністю (Свідоцтво №198 від 04.12.2015 р), за кількістю рядів зерен (Свідоцтво № 199 від 04.12.2020 р.), за підвищеною масою 1000 зерен (№ 197 від 04.12.2015), які зареєстровано в НЦГРРУ Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН.

3. При селекції з залученням мутантних генів структури ендосперма використовувати лінії, які входять до ознакової колекції з генами біохімічного складу зерна (Свідоцтво № 114 від 18.02.2011 р).

4. Впроваджувати у виробництво високоврожайні гібриди кукурудзи з високим вмістом крохмалю в зерні: Зоряний (ФАО 190), Елітнянський (ФАО 270), Мавка (ФАО 270), Вектор (ФАО 270), ХА Болід (ФАО 280), Гопак (ФАО 300) і Дарунок (ФАО 310), які внесені в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

#### ***Статті у наукових фахових виданнях:***

1. **Понуренко С.Г.,** Гур'єва І.А., Панченко І.А. Особливості сумісного прояву ознак якості зерна і продуктивності у зразків колекції кукурудзи / Селекція і насінництво. – 2004. – Вип. 89. – С. 102-110 (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

2. **Понуренко С.Г.,** Гур'єва І.А. Розподіл зразків колекції кукурудзи за ознаками якості зерна в залежності від країни походження, підвиду і групи стиглості / Генетичні ресурси рослин, 2006. – №3. – С. 140-148 (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

3. **Понуренко С.Г.,** Токар І.В. Особливості генотипової мінливості вмісту незамінних амінокислот в білку зерна колекційних зразків кукурудзи / Таврійський науковий вісник. – 2006. – Вип. 47. – С. 46-50 (80% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

4. Козубенко Л.В., Сікалова О.В., Івлева Т.В., **Понуренко С.Г.,** Чернобай Л. М. Результати селекції гібридів кукурудзи на низьку збиральну вологість зерна / Селекція і насінництво. – 2011. – № 99. С. 91-101 (40% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

5. Чернобай Л.М., Музафаров Н.М., Барсуков І.П., **Понуренко С.Г.**, Васьківська С.В. Аналіз складу гібридів кукурудзи, занесених до державного реєстру сортів рослин України / Селекція і насінництво. – 2012. – № 101. – С. 279-288 (50% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

6. Китайова С.С., **Понуренко С.Г.**, Чернобай Л.М., Деркач І.Б. Темпи вологовіддачі зерна кукурудзи при досяганні гібридів різних груп стиглості / Селекція і насінництво. – 2013. – Вип. 104. – С. 66-74 (55% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

7. Козубенко Л.В., Чернобай Л.М., Барсуков І.П., Музафаров Н.М., Сікалова О.В., **Понуренко С.Г.**, Таганцова М.М. Високоврожайні гібриди кукурудзи – на поля / Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. – 2016. – Вип. 20. – С. 140-149 (45% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

**Статті у наукових виданнях включених до міжнародних наукометричних баз:**

8. **Понуренко С.Г.** Особенности структуры генотипической дисперсии признаков качества зерна кукурузы в различных экологических условиях / Вестник БГСХА. – 2015. – № 1. – С. 69-72

9. Чернобай Л.М., **Понуренко С.Г.**, Сікалова О.В. Оцінка стабільності характеристик генотипів кукурудзи за індексами посухостійкості в різних гідротермічних умовах / Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – 2016. – Vol. 6. – № 4(8). – Р. 69-75 (60% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

10. Chernobai L.N., **Ponurenko S.G.** Use of drought tolerance indices in corn breeding / Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal). – 2018. – Vol. 4. – № 3(31). – Р. 9-17 (60% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

**Тези і матеріали наукових конференцій:**

11. **Понуренко С.Г.** Гур'єва І.А., Рогуліна Л.В. Особливості біохімічного складу зерна зразків колекції кукурудзи Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Тез. доп. Міжн. конф. «Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва». – Х., 1999. – С. 190-191. (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

12. **Понуренко С.Г.** Якість зерна і продуктивність колекції кукурудзи в залежності від країни походження Тез. доп. Міжнар. наук.-прак. конф. «Генетичні ресурси для адаптивного рослинництва: мобілізація, інвентаризація, збереження, використання», 29 червня – 1 липня 2005 р. – Оброшино, 2005, - С. 161-162.

13. Тимчук С.М., Мовчан Т.Д., **Понуренко С.Г.** Екологічні реакції ліній цукрової кукурудзи за продуктивністю та елементами її структури Матеріали науково-практичної конференції молодих учених «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва», 22- 24 травня 2007 р., Київ, Інститут агроекології УААН, С.59-61 (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

14. Тимчук С.М., Мартинюк М.М. Поздняков В.В. **Понуренко С.Г.**, Тимчук В.М. Регуляція вмісту та фракційного складу крохмалю в зерні кукурудзи мутантними генами структури ендосперму «Биотехнология. Наука. Образование. Практика», Тезиси докладов IV Международной научно- практической конференции Днепропетровск, Украинский государственный химико-технологический университет, 11-13 ноября 2008 г., С.150- 151 (50% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

15. Чернобай Л.М., Овсяннікова Н.С., Сікалова О.В., **Понуренко С.Г.** Робоча колекція ліній кукурудзи за продуктивністю / матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах зміни клімату: (Харків, 7-9 лип., 2015 р.)», Ін.-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. – Харків, 2015. С. 47-99 (60% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

16. **Понуренко С.Г.**, Шелякіна Т.А., Ільченко Н.К. Особливості генетичного контролю ознак якості зерна кукурудзи / матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розвитку селекції та насінництва кукурудзи в умовах зміни клімату: (Харків, 7-9 лип., 2015 р.)», Ін.-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. – Харків, 2015. С. 72-74. (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

17. **Понуренко С.Г.**, Сікалова О.В. Стабільність гібридів кукурудзи за індексами посухостійкості в різних умовах вирощування // Генетичне та сортове різноманіття рослин для покращання якості життя людей : тези міжнародної наукової конференції, присвяченої 25-річчю Національного генбанку України (4-7 лип. 2016 р.) / НААН, Ін.-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва, Український інститут експертизи сортів рослин. – К. : ТОВ «Нілан-ЛТД, 2016. – С. 82-84. (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

18. Сікалова О. В., Чернобай Л. М, **Понуренко С. Г.**, Деркач І. Б. Виявлення джерел цінних господарських ознак в колекційному розсаднику / Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої пам'яті і наковій спадщині видатного вченого Василя Яковича Юр'єва «Підвищення ефективності селекції та рослинництва у сучасних умовах» - Харків 2019, С.104-105. (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання тез).

#### **Наукові праці, які додатково відображають результати дисертації:**

19. **Понуренко С.Г.**, Гур'єва І.А., Панченко І.А. Екологічна пластичність зразків генофонду кукурудзи за ознаками якості зерна і продуктивності / Наук. пр. Полтавської державної аграрної академії. – Полтава, 2005. – Т. 4 (23). – С. 64-66 (80% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

20. Мовчан Т.Д., Тимчук С.М., **Понуренко С.Г.**, Тимчук В.М. Ефекти взаємодій генотип:погодні умови вирощування у ліній цукрової кукурудзи за продуктивністю та основними елементами її структури / Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2007. – Т. 5. – №1-2. – С. 39-47 (70% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті).

21. Тимчук С.М., Тимчук Д.С., Поздняков В.В., **Понуренко С.Г.** Вуглеводний склад зернівок ендоспермальних мутантів кукурудзи в процесі їх дозрівання ”Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку”, НАН України, Інститут фізіології рослин і генетики, Українське товариство фізіологів рослин; голов.ред. В.В.Моргун, Київ: Логос, 2009, том 2, с.411-418 (60% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті)

22. Виробництво спеціалізованих гібридів кукурудзи (методичні рекомендації) / Л. М. Чернобай, В. М. Попов, В. М. Авраменко., **С. Г. Понуренко** та ін. – Х.: ІР ім. В. Я. Юр’єва НААН, 2014 – 32 с. (30% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті)

23. Каталог генетичної цінності ліній кукурудзи з ендоспермальними мутаціями В. В. Поздняков, С. М. Тимчук, Н. В. Кузьмишина, **С. Г. Понуренко** та ін. Інститут рослинництва НААН.-Харків, 2016.- с. 65. (30% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті)

24. Кириченко В.В., Козубенко Л.В., Музафаров Н.М., Чернобай Л. М, Сікалова О. В., Барсуков І.П., **Понуренко С. Г.** Ефект гетерозису у гібридів кукурудзи і його використання в селекції на адаптивність Основи управління продукційним процесом польових культур: монографія за редакцією В. В. Кириченка. – Х. : ФОП Боровін О.В., 2016. –С. 481 – 493 (40% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті)

25. Козубенко Л. В., Чернобай Л. М., Барсуков І. П., Сікалова О. В., Музафаров Н. М., **Понуренко С. Г.** Етапи селекції кукурудзи в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр’єва НААН / Теоретичні дослідження та практичні досягнення Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр’єва НААН: історія та сьогодення (1908-2018 рр.). – Х.: ФОП Бровін О.В., 2018. – С. 482-504. (40% авторства: проведення досліджень, статистична обробка даних, написання статті)

26. А. с. № 170829. Кукурудза звичайна. Гібрид Зоряний / Козубенко Л.В., Чернобай Л. М., Сікалова О.В., Барсуков І.П., Івлева Т.В, Камишан Т.П., **Понуренко С. Г.**, Китайова С. С. , Музафаров Н.М., Овсяннікова Н.С., Деркач І.Б.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2017. № 2. С. 189 (авторство 10%).

27. А. с. № 170827. Кукурудза звичайна. Гібрид Мавка / Козубенко Л.В., Чернобай Л. М., Сікалова О.В., Барсуков І.П., Івлева Т.В, Камишан Т.П., **Понуренко С. Г.**, Китайова С. С. , Музафаров Н.М., Овсяннікова Н.С., Деркач І.Б.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2017. № 2. С. 216 (авторство 10%).

28. А. с. № 190740. Кукурудза звичайна. Гібрид Елітнянський / Козубенко Л.В., Чернобай Л.М., Барсуков І.П., Сікалова О.В., Музафаров Н.М., **Понуренко С.Г.**, Деркач І.Б.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2019. № 2. С. 107 (авторство 10%).

29. А. с. № 210670. Кукурудза звичайна. Гібрид ХА Болід / Козубенко Л.В., Чернобай Л.М., Барсуков І.П., Сікалова О.В., Музафаров Н.М., **Понуренко С.Г.**, Деркач І.Б., Кузьмишина Н.В., Капустян М.В., Бібель Ю.О., Ортман О.Є.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2021. № 3. С. 17 (авторство 10%).

30. А. с. № 210453. Кукурудза звичайна. Гібрид Вектор / Козубенко Л.В., Чернобай Л.М., Барсуков І.П., Сікалова О.В., Музафаров Н.М., **Понуренко С.Г.**, Деркач І.Б., Кузьмишина Н.В., Капустян М.В., Бібель Ю.О.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2021. № 1. С. 179 (авторство 10%).

31. А. с. № 180810. Кукурудза звичайна. Гібрид Гопак / Козубенко Л.В., Чернобай Л. М., Барсуков І.П., Сікалова О.В., Музафаров Н.М., Понуренко С. Г., , Деркач І.Б.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2018. № 4. С. 68 (авторство 10%).

А. с. № 170828. Кукурудза звичайна. Гібрид Дарунок / Козубенко Л.В., Чернобай Л. М., Сікалова О.В., Барсуков І.П., Івлева Т.В, Камишан Т.П., **Понуренко С.Г.**, Китайова С. С. , Музафаров Н.М., Овсяннікова Н.С., Деркач І.Б.; опубл. в Бюлетені «Охорона прав на сорти рослин» офіційне видання. 2017. № 2. С. 135

### АНОТАЦІЯ

Понуренко С.Г. Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на продуктивність та якість зерна в умовах східного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – «Селекція і насінництво» – Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України, Харків, 2021.

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення важливого наукового завдання з визначення особливостей вихідного матеріалу кукурудзи за продуктивністю та якістю зерна шляхом встановлення закономірностей формування рівнів ознак в залежності від генотипових та екологічних чинників, характеру сполученої мінливості, прояву комбінаційної здатності, механізмів генетичного контролю та адаптивних реакцій.

Установлено діапазони фенотипового, генотипового та екологічного варіювання продуктивності та якості зерна серед зразків Національної колекції кукурудзи. Весь спектр розподілу значень рівнів ознак якості зерна в системі «країна походження» – «підвид» – «група стиглості» розподілено на три типи з різною селекційною цінністю.

Установлено відсутність стабільних значних за силою кореляційних зв'язків ознак якості зерна з ознаками продуктивності ліній кукурудзи, що свідчить про незалежний генетичний контроль цих груп ознак і відсутність плейотропних ефектів та надає можливість одночасного покращання ознак якості зерна і продуктивності.

Доведено, що впливи рецесивних ендоспермальних мутацій кукурудзи на кількісні зміни в структурі вуглеводного комплексу є досить стабільними і не відзначаються значним генотиповим різноманіттям на фоні значної генотипової мінливості для кожної мутації за продуктивністю і вмістом олії та білка в зерні.

Установлено наявність різних типів профілю незамінних амінокислот в білку зерна кукурудзи, що обумовлено особливостями кореляційних зв'язків. Виділені зразки з підвищеним вмістом незамінних амінокислот в білку пропонуються як джерела покращання біологічної цінності білка кукурудзи.



Виділено лінії з високими стабільно відтворюваними в різних екологічних умовах ефектами ЗКЗ: за продуктивністю – ХА 412, ХА 408; масою 1000 зерен – ХА 408, ХАР 164, УКУ 10; вмістом білка – ХА 408, УКУ 1, ХАР 144; вмістом олії – УКУ 1, УКУ 20; вмістом крохмалю – ХА 412, ХАР 144, та лінії, що поєднують високі донорські властивості за кількома ознаками: (ХА 412, ХА 408, УКУ 1, ХАР 144). Встановлено механізми генетичного контролю ознак продуктивності та якості зерна кукурудзи за співвідношенням адитивних та неадитивних ефектів, напрямом домінування, розподілом домінантних та рецесивних генів, коефіцієнтами успадкованості.

За результатами досліджень сформовано та зареєстровано в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН ознакові колекції ліній кукурудзи за ознаками продуктивності та якості зерна.

Створено високоврожайні гібриди кукурудзи з високим вмістом крохмалю в зерні: Зоряний (ФАО 190), Елітнянський (ФАО 270), Мавка (ФАО 270), Вектор (ФАО 270), ХА Болід (ФАО 280), Гопак (ФАО 300) і Дарунок (ФАО 310), які внесені в Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, визначено економічну ефективність їх вирощування.

**Ключові слова:** *селекція, кукурудза, генетичні ресурси, інбредна лінія, гетерозис, продуктивність, біохімічний склад зерна, комбінаційна здатність.*

## АННОТАЦІЯ

Понуренко С.Г. Исходный материал для селекции кукурузы на продуктивность и качество зерна в условиях восточной Лесостепи Украины. - Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.05 - «Селекция и семеноводство» - Институт растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН Украины, Харьков, 2021.

В диссертационной работе приведены теоретическое обобщение и новое решение важной научной задачи по определению особенностей исходного материала кукурузы по продуктивности и качеству зерна путем установления закономерностей формирования уровней признаков в зависимости от генотипических и экологических факторов, характера сопряженной изменчивости, проявления комбинационной способности, механизмов генетического контроля и адаптивных реакций.

Установлены диапазоны фенотипического, генотипического и экологического варьирования продуктивности и качества зерна среди образцов Национальной коллекции кукурузы. Весь спектр распределения значений уровней признаков качества зерна в системе «страна происхождения» - «подвид» - «группа спелости» разделен на три типа с разной селекционной ценностью.

Установлено отсутствие стабильных значительных по силе корреляционных связей признаков качества зерна с признаками продуктивности линий кукурузы, что свидетельствует о независимом генетическом контроле этих групп признаков и отсутствии плейотропных эффектов и дает возможность одновременного улучшения признаков качества зерна и продуктивности.

Доказано, что влияние рецессивных эндоспермальных мутаций кукурузы на количественные изменения в структуре углеводного комплекса являются достаточно стабильными и не отличаются значительным генотипическим многообразием на фоне значительной генотипической изменчивости для каждой мутации по продуктивности и содержанию масла и белка в зерне.

Установлено наличие различных типов аминокислотного профиля в белке зерна кукурузы, что обусловлено особенностями корреляционных связей. Выделенные образцы с повышенным содержанием незаменимых аминокислот в белке предлагаются в качестве источника улучшения биологической ценности белка кукурузы.

Выделены линии с высокими стабильно воспроизводимыми в разных экологических условиях эффектами ОКС: по продуктивности - ХА 412, БА 408; массе 1000 зерен - ХА 408, ХАР 164, УКУ 10; содержанию белка - ХА 408, УКУ 1, ХАР 144; содержанию масла - УКУ 1, УКУ 20; содержанием крахмала - ХА 412, ХАР 144, а также линии, сочетающие высокие донорские свойства по нескольким признакам: (ХА 412, ХА 408, УКУ 1, ХАР 144). Установлены механизмы генетического контроля признаков продуктивности и качества зерна кукурузы по соотношению аддитивных и неаддитивной эффектов, направлению доминирования, распределению доминантных и рецессивных генов, коэффициентам наследуемости.

По результатам исследований сформированы и зарегистрированы в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины Института растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН признаки коллекции линий кукурузы по признакам продуктивности и качества зерна.

Созданы гибриды кукурузы с высоким содержанием крахмала в зерне Зоряный (ФАО 190), Элитнянский (ФАО 270), Мавка (ФАО 270), Вектор (ФАО 270), ХА Болид (ФАО 280), Гопак (ФАО 300) и Дарунок ( ФАО 310), которые внесены в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине, определена экономическая эффективность их выращивания.

**Ключевые слова:** селекция, кукуруза, генетические ресурсы, инбредная линия, гетерозис, продуктивность, биохимический состав зерна, комбинационная способность.

## ANNOTATION

Ponurenko S.G. Starting Material for Corn Breeding for the Performance and Grain Quality in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. - Qualifying scientific paper, manuscript copyright.

Thesis for the Academic Degree of Candidate of Agricultural Sciences, specialty 06.01.05 "Breeding and Seed Production" – Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, Kharkiv, 2021.

The thesis presents a theoretical generalization of and a new solution to an important scientific problem of evaluation of corn starting material for the performance and grain quality by establishing patterns in trait levels depending on genotypic and environmental factors, combinative variability, combining ability as well as of mechanisms of genetic regulation and adaptive responses. Based on to the research results, sources of valuable traits have been identified; trait collections have been built up; new high-yielding corn hybrids with high starch content have been created; and the economic efficiency of their cultivation has been estimated.

The ranges of phenotypic, genotypic and ecological variations of the performance and grain quality have been determined for accessions of the National Corn Collection.

Relationships between the grain quality traits, origin country, ripeness group and subspecies of corn lines have been determined, which allowed dividing the whole range of expression levels of the grain quality traits into three types of different breeding value in the "origin country - subspecies - ripeness group" system.

There were no stable significant correlations between the grain quality traits and performance traits in the corn lines, indicating independent genetic regulation of these trait groups and absence of pleiotropic effects and allowing for concurrent improvement of the grain quality traits and performance.

It has been proven that the effects of recessive endosperm mutations altering the carbohydrate composition in corn on quantitative changes are quite stable and none of the mutations is associated with significant genotypic diversity (upon considerable genotypic variability) of the performance and oil and protein contents in grain.

Different profiles of essential amino acid in corn grain protein have been observed due to the correlation peculiarities. The wide genotypic diversity of the collection corn accessions in terms of amino acid composition in grain is reduced to three classes with various biological value of protein. Selected accessions with high contents of essential amino acids in protein are recommended as sources for improving the biological value of corn protein.

There were statistically significant effects both of the general (GCA) and specific (SCA) combining abilities of the corn lines and of their interaction with environmental factors. Lines with consistently high GCA effects in various environments have been distinguished: for the performance - KhA 412, KhA 408; for the 1000-kernel weight - KhA 408, KhAR 164, UKY 10; for protein content - KhA 408, UKY 1, KhAR 144; for oil content - UKY 1, UKY 20; for starch content - KhA 412, KhAR 144; and lines that combine high donor capacities for several traits - KhA 412, KhA 408, UKY 1, KhAR 144. Mechanisms of genetic regulation of the performance and grain quality traits in corn have been revealed from ratios of additive and non-additive effects, dominance direction, distribution of dominant and recessive genes, and heredity coefficients.

Based on the research results, trait collections of corn lines for performance and grain quality have been built up and registered with National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine at the Plant Production Institute named after VYa Yuriev of NAAS.

High-yielding corn hybrids with high content of starch in grain have been created: (Zoranyi [FAO 190], Elitnianskyi [FAO 270], Mavka [FAO 270], Vektor [FAO 270], KaA Bolid [FAO 280], Hopak [FAO 300], and Darunok [FAO 300]) and included in the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine; the economic efficiency of their cultivation have been estimated.

**Keywords:** *breeding, corn, genetic resources, inbred line, heterosis, performance, biochemical composition of grain, combining ability.*

