

## Відгук

офіційного опонента про дисертаційну роботу Понуренка Сергія Геннадійовича «Вихідний матеріал для селекції кукурудзи на продуктивність та якість зерна в умовах Східного Лісостепу України», подану на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво.

Наша країна є крупним виробником й експортером зерна кукурудзи у світі. Впровадження нових вітчизняних й іноземних гібридів сприяє постійному зростанню врожайності та валових зборів. Але зерно кукурудзи використовується не лише на кормові цілі, а й для приготування багатьох харчових продуктів. Воно є сировиною для хлібопекарської, пивоварної, спиртової, крохмале-патокової промисловості. Крім того, в останні роки кукурудза інтенсивно поширюється як відома овочева культура, качани якої вживають у вареному та смаженому виді. Тому постійно зростає попит на зерно зі зміненим біохімічним складом, якому властиві специфічні технологічні властивості. Як всередині країни, так і на світовому ринку воно ціниться значно вище порівняно зі звичайним зерном. Тому селекція культури повинна бути направлена не лише на підвищення продуктивності, але й на покращення якості зерна. Якраз на виявлення можливостей зміни біохімічного складу та вивчення генетичних систем, що їх обумовлюють, були направлені дослідження автора дисертації.

Вони виконувались впродовж 1996-2020 рр. в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва відповідно до 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 і 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 0111U0033138), «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 0116U01050).

Актуальність теми полягає в теоретичному обґрунтуванні селекційної програми, направленої на поєднання підвищеної врожайності з одночасним покращенням біохімічного складу зерна. Вивчаються можливості шляхом використання природного генетичного різноманіття та низки мутантних форм створити спеціалізовані гібриди кукурудзи, зерно яких буде сировиною для харчового, фуражного, крохмале-патокового та біоенергетичного використання.

Мета дослідження обумовлена недостатнім рівнем вивчення особливості успадкування показників біохімічного складу зерна, характером поведінки мутантних генів у новому генетичному середовищі, можливостей підвищення врожайності та покращення біохімічних якостей зерна в одному генотипі. В аналізованій роботі встановлені межі елементів продуктивності та показників якості зерна, на основі яких проведена класифікація зразків національної колекції кукурудзи на окремі групи. У створених гібридів визначений рівень гетерозису, окреслені особливості реакції параметрів комбінаційної здатності для різних екологічних умов, з'ясований генетичний контроль елементів продуктивності та якості зерна. Створені високопродуктивні гібриди різних напрямів використання з підвищеним рівнем адаптивності.

Наукова новизна одержаних результатів визначається встановленням рівнів ознак продуктивності та якості зерна в залежності від генотипу ліній та факторів довкілля, на основі чого сформовані групи, які різняться комплексом господарсько цінних показників та селекційною цінністю. Вивчені особливості прояву ендоспермальних мутацій, їх вплив на якість зерна кукурудзи та елементи продуктивності. Проаналізовані особливості амінокислотного складу білка, виділені групи ліній, які різняться амінокислотним профілем та поживною цінністю. Відмічені особливості генетичного контролю елементів продуктивності й ознак якості зерна та характер їх успадкування.

Практичне значення отриманих результатів. Установлені закономірності формування елементів продуктивності та їх мінливості, виділені лінії кукурудзи різних груп стиглості зі стабільною реакцією на фактори довкілля. На цій основі були охарактеризовані 5 ознакових колекцій за біохімічним складом зерна та елементами продуктивності, які зареєстровані в Національному центрі генетичних ресурсів України. Ідентифіковані лінії з високою загальною та специфічною комбінаційною здатністю, які рекомендовані для вирощування в селекційних програмах

Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва та інших селекційних установах нашої країни. Створені високоврожайні гібриди кукурудзи, які виділяються високим вмістом крохмалю в зерні.

Основні результати наукової роботи досить повно обговорені на Міжнародних і Всеукраїнських науково-практичних конференціях та опубліковані в наукових журналах, каталогах, методичних рекомендаціях.

Дисертаційна робота Понуренка С.Г. викладена на 253 сторінках і включає 144 сторінки основного тексту, анотацію українською й англійською мовами, 5 розділів, висновки, практичні рекомендації, список використаних літературних джерел і додатки. Вона містить 27 таблиць, 15 рисунків і 5 додатків. Список використаних літературних джерел налічує 212 найменувань, з яких 136 латиницею.

В анотації розглянуто короткий зміст дисертаційної роботи та список публікацій за темою досліджень.

У першому розділі обговорені стан і перспективи селекції кукурудзи на підвищення врожайності та якості зерна. Автор дисертації вказує, що кукурудза відноситься до найбільш поширених культур нашої планети й за динамікою зростання посівних площ і валових зборів суттєво випереджає пшеницю й рис. Широкий спектр використання в кормових, харчових та промислових цілях потребує зерна з різним комплексом біохімічних і технологічних ознак. Це являється основною причиною створення широкого набору спеціальних гібридів зі специфічним комплексом показників якості зерна. Значна частина розділу присвячена характеристиці головних компонентів зерна – білка, олії та крохмалю. Досконало розкриті їх значення, поживна цінність, вміст в насінні та їх мінливість під дією факторів довкілля. У ретроспективному плані показані результати багаторічних доборів за вмістом білка й олії у самозапильних ліній. На їх основі зроблений висновок, що збільшення вмісту цих компонентів насіння можливо досягти шляхом поступового накопичення позитивних генних локусів у процесі гібридизації. При цьому постійно необхідно вести контроль продуктивності, так як має місце конкуренція між кількістю білка, олії та крохмалю. Незважаючи на це, у ряді країн шляхом добору вивели низку високоолійних комерційних гібридів.

У дисертаційній роботі наведена досить детальна характеристика експериментальних мутацій, які суттєво впливають на якість зерна й інтенсивно використовуються в селекційній роботі. В основному, це мутації, які покращують якість білка кукурудзи за рахунок підвищення в ньому лізину та триптофану. Крім того, значний акцент зроблений на мутації, які занижують синтез і накопичення крохмалю.

Необхідно відмінити деякі зауваження цього розділу:

1. На стор. 28 автор стверджує, що кукурудза займає третє місце у світовому виробництві зерна після пшениці й рису. При цьому вказує на посилання № 5. Це дуже застарілі дані. Суттєво занижена кількість зерна кукурудзи. За останніми даними ФАО на нашій планеті кукурудзи зібрали в 2018 році 1124,6 млн т, у 2019 році – 1148,5 млн т. Виробництво рису за ці роки склало 762,8 і 755,5 млн т відповідно, а пшениці – 733,4 і 765,8 млн т. Таким чином кукурудза міцно тримає перше місце за валовим збором на планеті Земля. Необхідно зазначити, що в останні роки нарощування її посівів продовжує інтенсивно зростати.
2. Не зовсім логічно побудоване речення на початку стор. 34. Що значить, автори виявили 5 QTL, пов'язаних з вмістом олії, за допомогою популяції  $F_{2:3}$  та популяції  $BC_2F_2$ . Думаю, що краще було б написати, що маркування QTL у популяціях  $F_{2\wedge 3}$  і  $BC_2F_2$  виявило 5 локусів, які суттєво важливі для синтезу олії.
3. Передостанній абзац стор. 35 закінчується таким реченням: «У близькій за змістом роботі підтверджено висновки стосовно характеру темпів змін вмісту білка і протеїну при двічі менших абсолютних оцінках і встановлено достовірне зменшення вмісту олії в зерні на 0,06 % впродовж 10 років». Оскільки білок і протеїн – одна й та ж речовина, то думаю, що це механічна помилка.

У розділі 2 викладені ґрунтово-кліматичні та агрометеорологічні умови зони досліджень, використані в експериментах матеріали та методики. Детально описані характеристика ґрунтів і погодних факторів. На основі таких показників, як сума ефективних температур, тривалість безморозного періоду, сумарна кількість сонячної та фотосинтетично активної радіації, запасів продуктивної вологи, зроблений висновок, що східна зона Лісостепу України є сприятливою для вирощування кукурудзи, хоча тут часто має місце недостатня вологозабезпеченість, яка пригнічує ріст і розвиток рослин.

Матеріалом для досліджень слугували 326 самозапильних ліній кукурудзи різного географічного походження; 70 ліній, які несли ендоспермальні мутації; 229 ліній з робочої колекції лабораторії селекції та насінництва кукурудзи; 55 експериментальних гібридів і 11 ліній їх батьківських компонентів; 347 експериментальних гібридів, які вивчалися у попередньому та конкурсному випробуваннях.

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 батьківських компонентів діалельної схеми схрещувань висівали ручними саджалками дворядковими ділянками 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> за густоти стояння рослин 60 тис./га.

Статистичне оброблення експериментальних даних включало методи варіаційного, дисперсійного, кореляційного, регресійного та кластерного аналізів виконувалось з використанням ліцензійних комп'ютерних програм MS Excel 2007 та Statistica 6.0.

Зауваження до цього розділу відсутні.

Генотипова та екологічна мінливість ознак продуктивності та якості зерна проаналізована в розділі 3. Високе значення обох типів мінливості виявлено для ознак «продуктивність», «кількість зерен на качані», «маса 1000 зерен», «уміст олії». Найвищим показником коефіцієнта екологічної варіації характеризувалась «продуктивність». Кременистий підвид перевищував зубовидний за вмістом білка й олії, але мав нижчу кількість крохмалю в зерні. Більшість високобілкових зразків походила з Канади та Німеччини. Серед українських зубовидних середньостиглих ліній переважали низькобілкові форми. Підвищеним рівнем олії виділялись напівзубовидні лінії з Польщі, кременисті середньоранні лінії з США та кременисті й середньостиглі зубовидні зразки з України. Високий рівень крохмалю мали лінії України та РФ.

У робочій колекції кукурудзи переважали гомеостатичні лінії та зразки інтенсивного типу, що дає можливість створювати гібриди як для посушливих, так і контрольованих умов. Автором дисертаційної роботи встановлено, що прямі добори для підвищення продуктивності необхідно проводити за ознаками «кількість зерен на качані» та «маса 1000 зерен».

Суттєва генотипова мінливість за продуктивністю була відмічена серед ліній, які несли мутантні гени. Серед них виділені високопродуктивні форми, в яких маса зерна з рослини перевищувала 75 г. Зразки з ендоспермальною мутацією *she* виділитись дуже високим вмістом білка (13,4-16,2 %) та олії (12,8-15,1 %) в зерні. За мутації *Wx* крохмаль майже повністю складається із амілопектину, тому генетичне різноманіття за цим показником відсутнє. Серед ліній восковидної кукурудзи виділили дві високопродуктивні (ВК-19, ВК-69), хоча вони мають недостатній рівень гомеостатичності. Виділені зразки з підвищеним вмістом незамінних амінокислот в білку, які автор

дисертації пропонує для використання з метою покращення біологічної цінності зерна.

Зупинимось на деяких зауваженнях до цього розділу:

1. У табл. 3.4 (стор. 60) за показниками «вміст олії» та «вміст крохмалю» повторені всі дані, які характеризують «вміст білка». Це мабуть механічна помилка.
2. У табл. 3.11 (стор. 76) не вказаний рівень достовірності шляхових коефіцієнтів.

Генетичний контроль ознак продуктивності та якості зерна в системі діалельних схрещувань розглянутий в розділі 4. Виявлені достовірні впливи загальної (ЗКЗ) і специфічної (СКЗ) комбінаційної здатності та їх взаємодію з факторами середовища на структуру мінливості вищеназваних ознак. Ефекти ЗКЗ найбільше впливають на генотипові дисперсії маси 1000 зерен та вміст олії, помірно діють на продуктивність і слабо на вміст крохмалю й білка. Дія ефектів СКЗ була більш однорідною для всіх ознак. Виділена низка ліній, які стабільно відтворюють ефекти ЗКЗ за різних екологічних умов, у тому числі за продуктивністю, масою 1000 зерен, вмістом білка, олії й крохмалю. Важливо відмітити, що деякі лінії поєднували високі донорські властивості за кількома ознаками.

Аналіз істинного та гіпотетичного гетерозису показав, що за ознакою «продуктивність» у більшості гібридних комбінацій він проявився на різному рівні, але за вмістом білка в переважній більшості гібридів мав місце депресивний тип успадкування. Тип успадкування господарсько цінних ознак кукурудзи був стабільним за роками й відповідав повному домінуванню, лише для ознаки «продуктивність» виявлено наддомінування. Використання генетичних параметрів Хеймана показало, що продуктивність успадковувалась за типом наддомінування, хоча вплив умов довкілля виявився доволі значним. В ознаки «маса 1000 зерен» виявили успадкування за типом наддомінування зі значною перевагою дії домінантних генів над адитивними. Ознака «вміст білка в зерні» характеризувалась непостійним типом успадкування. В одному році це було домінування, в іншому – наддомінування. Успадкування ознаки «вміст олії в зерні» проходило за типом наддомінування з переважанням домінантних ефектів над адитивними в усі роки досліджень. Приблизно такий тип успадкування мав місце і для ознаки «вміст крохмалю».

Зауваження до цього розділу наступні:

1. На стор. 97 в останньому реченні передостаннього абзацу вказується, що ефекти взаємодії ЗКЗ × рік дають значний внесок в структуру за

генотипової дисперсії більшості ознак. Тут має місце помилка. Річ іде не про ЗКЗ, а про СКЗ.

2. У кінці рис. 4.3 (стор. 103) не зазначена назва ліній, які були виключені з аналізу на продуктивність. Це ж саме зауваження відноситься і до рис. 11 (стор. 111), де наведені генетичні параметри ознаки «вміст крохмалю».

У заключному розділі 5 розглянута господарська цінність та адаптивні властивості створених у процесі виконання дисертаційної роботи гібридів кукурудзи. На основі виділених за комплексом господарсько цінних ознак ліній було виведено 7 гібридів кукурудзи, які відносяться до ранньостиглої, середньоранньої та середньостиглої груп стиглості. Усі гібриди, крім підвищеної врожайності, виділялися високим умістом крохмалю в зерні. Найбільш високий та стабільний цей компонент зерна у гібридів Елітницький, Мавка й Вектор. Впровадження гібридів з високим умістом крохмалю забезпечує додатковий середній прибуток на рівні 302 грн/га.

Вважаємо, що необхідно звернути увагу на наступні зауваження:

1. У дисертаційній роботі відсутні дані про площі посіву створених і рекомендованих до вирощування гібридів.
2. Потрібно було б більш широко продемонструвати використання у селекційній роботі ліній, які несуть мутації за якістю зерна.

Дисертаційна робота включає низку додатків, де наведена структура генотипового ефекту кукурудзи за продуктивністю, масою 1000 зерен, умістом білка, олії та крохмалю в зерні; копії авторських свідоцтв на гібриди, копії свідоцтво про реєстрацію колекції генофонду рослин в Україні, копії довідок про використання наукових розробок автора дисертації в селекційній роботі ряду наукових установ України.

Відмічені зауваження в цілому не знижують високої оцінки дисертаційної роботи, поскільки відносяться до її оформлення і не носять принципового характеру.

Понуренко С.Г. створив принципово новий вихідний матеріал кукурудзи, вивів 7 гібридів різних груп стиглості, які виділяються високими продуктивністю та вмістом крохмалю. До Національного центру генетичних ресурсів рослин України передано 12 колекційних ліній, які виділяються зміненим біохімічним складом зерна, підвищеними продуктивністю та масою 1000 зерен, багаторядністю та довжиною качана.

Одержані Понуренком С.Г. результати є суттєвим вкладом у сільськогосподарську науку, мають велике теоретичне та практичне значення. Вони поглиблюють наші теоретичні знання про вихідний матеріал кукурудзи, а створені гібриди та перспективні селекційні лінії будуть використані як за реалізації власної селекційної програми, так і багатьма

селекційними установами країни. За актуальністю теми, науково-методичним рівнем проведених досліджень, науковою новизною, обґрунтованістю результатів експериментів, висновків і практичних рекомендацій дисертаційна робота повністю відповідає вимогам п.10 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вчених звань», які ставляться до дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук, а її автор Понуренко С.Г. безумовно заслуговує присудження наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.05 – селекція і насінництво.

Офіційний опонент,  
завідувач науково-технологічного відділу  
розробки та впровадження інноваційних  
технологій для інтенсифікації виробництва  
сільськогосподарської продукції Одеської  
державної сільськогосподарської дослідної  
станції НААН, доктор біол. наук, професор  
16.09.2021 р.

 Січкарь В.І.

Особистий підпис Січкаря В.І. засвідчую:  
учений секретар Одеської державної  
сільськогосподарської дослідної  
станції НААН,  
кандидат с. – г. наук, доцент



 Зорунько В.І.