

# Моделі гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення

Ю. О. Лавриненко<sup>1\*</sup>, Т. Ю. Марченко<sup>1</sup>, М. В. Нужна<sup>1</sup>, Н. А. Боденко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут зрошувального землеробства НААН України, смт Наддніпрянське, м. Херсон, 73483, Україна, e-mail: lavrin52@ukr.net

<sup>2</sup>ДУ Інститут зернових культур НААН України, вул. В. Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна

**Мета.** Обґрунтувати морфофізіологічні та гетерозисні моделі високопродуктивних гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення та створити відповідні генотипи зі специфічною адаптивністю до агроєкологічних чинників. **Методи.** Загальнонаукові, спеціальні селекційно-генетичні та розрахунково-порівняльні. **Результати.** Викладено дані багаторічних досліджень з розробки моделей гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. Визначено основні параметри моделей гібридів кукурудзи різних груп FAO. Наведено результати реакції нових гібридів на способи поливу та режими зрошення. Встановлено, що гібриди FAO 190 мають стабільний прояв урожайності за різних режимів зрошення. Використання цих гібридів доцільне за умов водозберігаючих режимів зрошення на поливних землях з низьким гідромодулем. У середньостиглих гібридів (FAO 300–390) виявлено сильну генотипову реакцію на екологічний градієнт вирощування. Урожайність гібридів такого типу різко зменшується за водозберігаючих режимів зрошення. У групі середньопізніх гібридів встановлено гібриди кукурудзи інтенсивного типу 'Арабат', 'ДН Гетера', 'ДН Аншлаг', 'ДН Рава' з урожайністю зерна 15–17 т/га за краплинного зрошення і дощування в умовах Інгулецького та Каховського зрошуваних масивів. Гібриди такого типу недоцільно використовувати на поливних землях з низьким гідромодулем та за водозберігаючих режимів зрошення, оскільки така технологія призводить до вагомих втрат урожаю, тому вони не можуть конкурувати з сучасними гібридами FAO 190–290. **Висновки.** Розроблені моделі та створені на їх базі гібриди кукурудзи групи FAO 150–490 для умов зрошення півдня України з урожайністю зерна 11–17 т/га адаптовані до різних режимів зрошення, виявляють адекватну прогнозовану реакцію на технологічне забезпечення, мають високий потенціал продуктивності. За високого агрофону диференціовальна здатність середовища вища, ніж в умовах, наближених до екстремальних, де екологічні чинники спричиняють ефект на фенотипову реалізацію ознак продуктивності гібридів FAO 400–490. Морфобіологічні ознаки, що визначають урожайність зерна, стабільно реалізуються тільки на високому агрофоні, тому добір за фенотипом надійний тільки у сприятливих умовах. Універсальні гібриди, адаптовані до широкого спектру зовнішніх умов, за інтенсивних технологій на зрошенні поступаються за продуктивністю генотипам, що мають вузьку адаптивність.

**Ключові слова:** зерно, кукурудза, зрошення, селекція, гібрид, урожайність.

## Вступ

Кукурудза вже посіла перше місце у світі за врожайністю та валовими зборами зерна, які сягають майже 1 млрд т. Україна є одним із потужних світових виробників зерна кукурудзи, валові збори якої перевищують 30 млн т [1]. Збільшення площ під кукурудзою стало можливим завдяки створенню нових гібридів зі скороченим терміном досягання, що дало змогу збільшити площі під цією культурою в північних регіонах. Фундаментальним напрямом підвищення врожайності кукурудзи є впровадження гібридів інтенсивного типу різних груп стиглості з низькою збиральною

вологістю зерна. Важлива роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості зерна належить правильному добору гібридів для вирощування. Не всі гібриди однаково реагують на конкретні агроєкологічні та технологічні умови вирощування, тому реалізація потенційної продуктивності у них різна. Високопродуктивні гібриди виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин, споживають багато води, отже, вони потребують відповідної агротехніки. Якщо таких умов не створено, то потенційно продуктивніший гібрид може поступитися за врожайністю іншому менш продуктивному, проте і менш вимогливому до вирощування гібриду [2, 3]. Отже, потрібен диференційований підхід до селекції гібридів відповідної групи стиглості та призначення. Для підвищення рівня реалізації потенціалу врожайності сучасних гібридів, захисту посівів від негативних абіотичних і біотичних чинників довкілля, крім агротехнічних заходів (сівозміни, обробіток ґрунту, строки сівби, засоби захисту рослин тощо) важливе значення має розробка морфо-

Yurii Lavrynenko

<http://orcid.org/0000-0001-9442-8793>

Tatiana Marchenko

<http://orcid.org/0000-0001-6994-3443>

Mariy Nuzhna

<http://orcid.org/0000-0002-6108-1524>

Natalya Bodenko

<https://orcid.org/0000-0002-5881-4440>

фізіологічної та гетерозисної моделі й селекція гібридів на цій основі зі специфічною адаптивністю до агроєкологічних чинників [4, 5]. Важливого значення набувають морфометричні показники та їх співвідношення за розробки оптимального морфотипу рослин гібридів кукурудзи [6].

*Мета досліджень* – обґрунтувати морфофізіологічні та гетерозисні моделі високопродуктивних гібридів кукурудзи ФАО 150–490 для умов зрошення та створити відповідні генотипи зі специфічною адаптивністю до агроєкологічних чинників.

### Матеріали та методика досліджень

Прискореному отриманню нових сортів і гібридів, що характеризуються високими та сталими врожайми з поліпшеними показниками якості зерна, сприяє дотримання конкретної моделі сорту сільськогосподарської культури у процесі створення й добору відповідних генотипів.

Модель сорту включає в себе як ознаки продуктивності, так і ті ознаки, що вказують на взаємозв'язок рослинного організму з елементами навколишнього середовища. Розроблення сортової моделі потребує інформації про параметри кількісних ознак продуктивності та їх залежність від показників морфологічних, фізіологічних, специфічної адаптивності, комбінаційної здатності вихідних ліній і застосування відповідних гетерозисних плазм.

Дослідження з розробки морфофізіологічних моделей проводили протягом 2009–2015 рр. на базі гібридів конкурсного сортовипробування в Інституті зрошувального землеробства НААН. Параметри моделей розробляли на основі кореляційно-регресійного аналізу та порівняльного методу. Проаналізовано понад 2500 генотипів. Аналіз гетерозисних моделей проводили протягом 2007–2015 рр. також на основі гібридів конкурсного та екологічного випробувань. Використовували матеріал спільних досліджень з Інститутом зернових культур НААН (м. Дніпро). Випробування гібридів в екологічних градієнтах тривало протягом 2016–2017 рр. в Інституті зрошувального землеробства НААН (Інгулецький зрошуваний масив) та Асканійській ДСДС (Качовський зрошуваний масив). Використовували сучасні гібриди, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (2016–2017 рр.). Дослідження проводили за відповідними методиками [7, 8].

### Результати досліджень

З використанням кореляційно-регресійних зв'язків кількісних ознак продуктивності

ті розроблено морфофізіологічні й гетерозисні моделі гібридів кукурудзи та створено на їх базі гібриди кукурудзи ФАО 150–490 для умов водозберігаючих та оптимальних режимів зрошення з урожайністю зерна 11,0–17,0 т/га. Використано матеріали спільних досліджень Інституту зрошувального землеробства НААН та Інституту зернових культур НААН.

Розроблено морфофізіологічні моделі гібридів кукурудзи чотирьох груп стиглості: ранньостиглої (ФАО 150–200), середньоранньої (ФАО 200–290), середньостиглої (ФАО 300–390), середньопізньої (ФАО 400–490), що відповідали вимогам адаптованості до умов зрошення.

*Морфофізіологічна модель ранньостиглої групи гібридів кукурудзи ФАО 150–190 за ознаками продуктивності.* Найбільш стабільними в умовах південного регіону виявилися гібриди ранньостиглої групи ФАО, які використовуються для вирощування в післязміських, післяжнивних посівах та як попередники під озими культури. Потенційна врожайність цієї групи значно нижча ніж більш пізньостиглих унаслідок зменшеної тривалості періоду вегетації.

Модель ранньостиглої групи гібридів кукурудзи для умов зрошувального землеробства повинна мати, за оптимальних технологій, генетичний потенціал урожаю зерна в межах 10,5–11,5 т/га. В умовах виробництва така врожайність ранньостиглих форм може бути забезпечена за поєднання продуктивних ознак: вихід зерна – 87–90%; маса зерна з одного качана – 180–200 г; маса 1000 зерен – 250–280 г; довжина качана повна – 16,0–18,0 см; довжина качана озерна – 16,0–18,0 см; діаметр качана – 4,2–4,5 см; кількість рядів зерен – 14–16 шт.; кількість зерен у ряду – 40–45 шт.; діаметр стрижня – 2,2–2,3 см. Фотосинтетичний потенціал – 1500 тис. м<sup>2</sup>×діб/га, листковий індекс у фазі цвітіння – 3,8.

*Морфофізіологічна модель середньоранньої групи гібридів кукурудзи ФАО 200–290 за ознаками продуктивності.* Останнім часом на півдні України значна кількість вирощуваних гібридів кукурудзи належить до середньоранньої групи ФАО 200–290. Генотипи цієї групи мають високу потенційну врожайність, вегетаційний період в умовах Південного Степу триває 100–110 діб, вони невибагливі до агротехнічного забезпечення, щорічно досягають. Тому розробка моделей гібридів саме цієї групи є актуальним завданням. За типових погодних умов і дотримання технології вирощування гібриди кукурудзи середньоранньої групи стиглості по-

винні мати врожайність зерна в межах 11,5–12,5 т/га, вихід зерна – 88–90%, масу зерна з одного качана – 200–240 г, масу 1000 зерен – 270–310 г. Качан гібридів цієї моделі середніх розмірів: довжина повна – 18–20 см, довжина озернена – 19–20, діаметр качана – 4,5–4,8, діаметр стрижня – 2,3–2,4 см, стрижень червоного кольору. Кількість зерен у ряду – 42–45, кількість рядів зерен – 14–16. Зерно зубоподібне, жовте. Фотосинтетичний потенціал – 2500 тис. м<sup>2</sup>×діб/га, листковий індекс – 5,0.

*Морфологіологічна модель середньостиглої групи гібридів кукурудзи ФАО 300–390 за ознаками продуктивності.* Головним елементом рентабельного виробництва середньостиглих гібридів є збирання врожаю прямим обмолотом, що забезпечує економію коштів на досушування за рахунок низької збиральної вологості зерна. Гібриди середньостиглої моделі гібридів кукурудзи високоврожайні, про що свідчать високі показники продуктивності: урожайність зерна моделі становить 12,5–14,5 т/га, вихід зерна – 88,0–90,0%, маса зерна з одного качана – 220–240 г, маса 1000 зерен – 280–320 г. Гібриди кукурудзи цієї групи стиглості повинні мати потенційну можливість утворювати рослини з двома качанами. Качан середніх розмірів, циліндричний, довжина повна повинна сягати 20,0–21,0 см, довжина озерненої частини – 20,0–21,0, діаметр качана – 4,6–5,0 см. Діаметр стрижня – 2,4–2,8 см, він червоного кольору. Консистенція зерна зубовидна, жовтого кольору, зерно крупне (маса 1000 зерен – 280–320 г). Кількість рядів зерен гібридів кукурудзи коливається від 16 до 18, кількість зерен у ряду – від 46 до 48 шт. Фотосинтетичний потенціал – 2950 тис. м<sup>2</sup>×діб/га, листковий індекс – 5,6.

*Морфологіологічна модель середньопізньої групи гібридів кукурудзи ФАО 400–490 за ознаками продуктивності.* Гібриди кукурудзи середньопізньої групи стиглості ФАО 400–490 мають найвищий потенціал продуктивності. Проте ця група стиглості до останнього часу не завжди відповідає вимогам сучасних технологій вирощування, що пов'язано зі збиранням зерна комбайнами з прямим обмолотом та необхідною збиральною вологістю зерна на рівні 13–16%. Були розроблені моделі таких високопродуктивних гібридів та створені самозапилені батьківські лінії, що відповідають вимогам щодо технологічності вирощування зерна кукурудзи в умовах зрошення.

У розробленій моделі виділено кількісні ознаки, які формували врожай зерна на рів-

ні 14–17 т/га. Маса зерна з качана становить 240–260 г, маса 1000 зерен – 300–320 г, вихід зерна – 87–90%. Качан середніх розмірів, довжина повна – 20–23 см, довжина озерненого – 19,5–22,0 см. Характеристики основних структурних елементів качана: діаметр качана – 5,0–5,2 см, діаметр стрижня – 2,4–2,6 см, стрижень червоний. Качан циліндричний. Зерно крупне, зубовидне, кількість його у ряду в розробленій моделі 48–50 шт. Кількість рядів зерен у качані – 18–22. Фотосинтетичний потенціал – 3200 тис. м<sup>2</sup>×діб/га, листковий індекс – 6,0.

Важливим чинником ефективної селекції є розробка гетерозисної моделі й використання сучасної зародкової плазми [9]. Генетичним джерелом цінного вихідного матеріалу є гібриди, створені за різними схемами: прості, трилінійні, прості модифіковані, подвійні, синтетичні популяції. При цьому передбачається підвищити концентрацію в одному генотипі максимальної частоти бажаних алелей [10]. Аналіз використання за останні роки основних зародкових плазм засвідчив, що поряд із традиційними гетерозисними групами збільшується частка ліній, створених на основі нових комерційних гібридів, так звана «змішана плазма» (табл. 1). Слід зауважити, що основні зародкові плазми збереглися на сьогодні в робочих колекціях у модифікованому стані, й іноді вдається отримувати гібриди з достатньо високим рівнем конкурсного гетерозису і в межах однієї вихідної плазми. Класичні зародкові плазми Лакауна, Ланкастер, Рейд, Айодент залишаються основними у відповідних вихідних групах ФАО, проте частка їх у нових гібридних комбінаціях зменшується.

У таблиці 2 наведено найбільш використовані лінії – батьківські компоненти різних груп ФАО – в експериментальних гібридних комбінаціях Інституту зрошувального землеробства та Інституту зернових культур НААН. Ці лінії пройшли тривалий шлях поліпшення в напрямі підвищення комбінаційної здатності, стійкості до певних несприятливих біотичних та абіотичних факторів, зменшення тривалості періоду досягання, прискорення вологовіддачі зерна під час досягання.

Формування максимальної врожайності гібриду залежить від низки чинників, одним з яких є зона вирощування з певними ресурсами середовища, що відповідають біологічному оптимуму генотипу. Для кожного регіону існують свої оптимальні моделі нових гібридів кукурудзи, відповідно до яких ведеться селекційна робота. На основі розроблених моделей, у співпраці Інституту

Таблиця 1

**Використання ліній базових зародкових плазм у гібридах кукурудзи конкурсного сорто випробування  
ФАО 150–490, %**

Походження вихідного матеріалу	Група стиглості за ФАО							
	ФАО 150–200		ФАО 200–290		ФАО 300–390		ФАО 400–490	
	2007– 2010 рр.	2011– 2015 рр.	2007– 2010 рр.	2011– 2015 рр.	2007– 2010 рр.	2011– 2015 рр.	2007– 2010 рр.	2011– 2015 рр.
Лакауне	22,4	12,7	4,5	6,3	0,8	0,5	–	–
S72	18,0	8,7	3,2	–	–	–	–	–
P502	14,3	9,5	17,6	8,6	4,3	2,3	–	–
P346	–	–	16,7	7,5	0,7	–	–	–
Ланкастер (Oh43)	13,5	18,4	5,3	13,2	18,9	15,4	11,5	5,6
Ланкастер (C103)	–	–	–	–	–	2,7	15,6	14,8
Рейд (Wf9)	24,6	25,3	23,6	27,8	8,4	7,4	2,3	1,5
Рейд (SSS)	–	–	–	–	–	2,3	17,8	14,2
Айодент	–	9,8	15,3	23,4	38,6	41,1	36,9	33,1
T 22	–	–	5,2	0,7	7,5	–	–	–
Інші: Дс103, Ер1, Мv4, Ст105, Суп42, МА21	–	–	5,6	2,0	3,1	2,8	1,2	1,5
Змішана плазма	7,2	15,6	3,0	10,5	17,7	25,5	14,7	29,3

Таблиця 2

**Сучасні лінії кукурудзи, що використовуються для створення гібридів кукурудзи ФАО 150–490  
в умовах зрошення**

Компоненти гібрида	Найбільш поширені лінії гетерозисної моделі за групами стиглості			
	ФАО 150–200	ФАО 200–290	ФАО 300–390	ФАО 400–490
Материнська форма	X115, X125, Кр190, Кр191, Кр185, ДК216, ДК2323, ДК959, ДК9527, ДК2/427, ДК272, ДК253	X21, X211, X235, Кр221, КрДК296, ДК247, Кр2421, ДК2953, ДК315, ДК364, ДК633266, ДК2064, ДК2380	X301, X315, X322, X318, Кр9698, ДК205710, Кр3726, ДК257, ДК2577, ДК7408, ДК3044, ДК7337, ДК2965	ДК411М, ДК445М, ДК446, ДК7740, ДК365, ДК1856, ДКВ3261С, ДК4447, ДК2064, ДК6335, ДК6342
Батьківська форма	X22, X195, ДК281, ДК180, ДК744, ДК2323, ДК3151, ДК2727, ДК1294, ДК4173	X466, X22, ДК8143, ДК8137, МС814, ДК721, ДК3151, ДК318, ДК365, ДК3044, ДК777	X417, X33, X475, X5030, ДК2953, ДК6496, ДК7408, ДК633/325, ДК2442, ДК2579, ДК2438	ДК633/325МВ, ДК401, ДК3070, ДК6335, ДК4461, ДКВ3151, ДК1825, МС4456, ДК2065, ДК4461

зрошеного землеробства та Інституту зернових культур НААН, створено нові гібриди кукурудзи, адаптовані до різних режимів зрошення, з адекватною прогнозованою реакцією на технологічне забезпечення і високим потенціалом продуктивності.

Сучасні гібриди кукурудзи, що створені для умов зрошення, необхідно надавати виробництву з певними параметрами технологічних вимог. Особливо це стосується режимів зрошення та способів поливу. Проведені дослідження на різних зрошуваних масивах, за різних способів поливу та режиму зрошення дали можливість запропонувати виробництву параметри адаптованості нових гібридів кукурудзи до конкретних агроекологічних та технологічних особливостей.

У таблиці 3 наведено продуктивність сучасних гібридів кукурудзи, створених для умов зрошення, залежно від способу поливу та режиму вологозабезпечення на основних зрошуваних масивах півдня України.

Для встановлення норми реакції новостворених гібридів на технологічні умови досліджували вплив способів поливу та режимів зрошення: полив дощуванням ДДА 100 МА на Інгулецькому зрошуваному масиві з рівнем передполивної вологості ґрунту 70% НВ (РПВГ 70%, водозберігаючий режим); краплинне зрошення, Інгулецький зрошуваний масив, передполивна вологість ґрунту 80% НВ; краплинне зрошення, Інгулецький зрошуваний масив, передполивна вологість ґрунту 85% НВ (оптимальний режим); полив дощуванням Zematik, Каховський зрошуваний масив, передполивна вологість ґрунту 80% НВ.

Встановлено, що гібриди ФАО 190 мають стабільний прояв урожайності за різних режимів зрошення. Використання цих гібридів доцільне за умов водозберігаючих режимів зрошення на поливних землях із низьким гідромодулем. Стабільною врожайністю зерна характеризувалися гібриди 'ДН Пивиха', 'Тенд-

## Урожайність зерна гібридів кукурудзи за різних способів поливу та режимів зрошення, т/га (2016–2017 рр.)

Гібрид	ФАО	Полів			
		дощування ДДА 100МА, Інгулецький зрошувальний масив, РПВГ 70% НВ	краплинне зрошення, Інгулецький зрошувальний масив, РПВГ 80% НВ	краплинне зрошення, Інгулецький зрошувальний масив, РПВГ 85% НВ	дощування Zematik, Каховський зрошувальний масив, РПВГ 80% НВ
ДН Пивиха	190	9,31	10,16	11,02	10,73
Тендра	190	8,83	9,25	10,46	9,90
Оберіг	190	9,86	10,22	11,37	10,74
PR39G12 (Піонер)	190	9,21	10,40	11,08	10,65
ДН Хотин	250	10,56	12,44	13,07	12,83
ДН Галатея	250	10,43	11,90	13,15	12,36
Оржиця 237МВ	250	9,54	10,73	10,90	10,54
Корунд	280	10,15	11,61	13,51	12,43
Скадовський	280	10,82	11,05	11,94	11,48
Солонянський 298СВ	280	9,94	11,17	12,05	11,93
Фалькон (Сингента)	220	9,07	11,13	11,64	11,30
ДН Росток	300	8,96	12,34	14,64	12,42
ДН Деметра	300	8,77	12,04	13,33	12,11
ДН Аквазор	320	9,64	12,45	14,17	12,10
ДН Збруч	350	9,16	12,36	14,48	12,59
ДН Візир	350	8,95	12,07	13,23	12,65
Каховський	350	8,90	13,01	13,17	12,74
Азов	380	8,13	12,18	13,34	13,16
ДН Берека	390	9,50	13,63	15,28	14,17
Фуріо (Сингента)	350	9,66	12,42	13,87	12,78
ДН Гетера	420	8,32	14,48	17,14	13,77
ДН Аншлаг	420	8,93	15,03	17,43	13,71
ДН Рава	420	8,54	14,82	16,85	14,42
Арабат	430	7,98	16,40	17,81	14,34
Приморський	420	8,04	14,35	15,47	13,17
Чонгар	430	8,91	14,03	14,42	13,44
Пако (Сингента)	440	8,75	14,47	14,79	14,19
НІР <sub>0,05</sub>	–	0,31	0,42	0,41	0,34

ра', 'Оберіг'. У цих гібридів не спостерігали підвищення врожайності зерна за оптимізації технологій вирощування. Проте у них технічну стиглість зерна фіксували вже у другій половині серпня, що дає змогу використовувати їх як попередники під озимі культури.

Серед гібридів середньоранньої групи стиглості (ФАО 250–280) ліпшим за показниками пластичності врожайності зерна виявився 'Хотин' (ФАО 250) незалежно від способу поливу. Так, у разі поливу дощуванням у зоні дії Інгулецького зрошувального масиву врожайність зерна була на рівні 10,56 т/га, а за вирощування його в зоні дії Каховської зрошувальної системи – 12,83 т/га. Кращим у своїй групі стиглості цей гібрид був і за вирощування в умовах краплинного зрошення з передполивною вологістю ґрунту на рівні 80 та 85% НВ, де врожайність його становила 12,44 та 13,07 т/га. За передполивної вологості ґрунту на рівні 85% НВ кращим серед ранньостиглих та середньоранніх гібридів кукурудзи виявився гібрид 'Корунд' – 13,51 т/га.

Серед середньостиглих гібридів (ФАО 300–390) за поливу дощуванням у межах Інгулецького зрошувального масиву виявлено сильну реакцію гібридів на екологічний градієнт вирощування. Урожайність гібридів такого типу різко зменшується у разі використання їх за водозберігаючих режимів зрошення. Ці гібриди належать до інтенсивного типу і різко зменшують урожайність зерна нижче рівня гібридів ФАО 190–280. Використання їх за водозберігаючих режимів зрошення недоцільне і може спричинити недобір урожаю. Генотиповий потенціал продуктивності цих гібридів можливо розкрити тільки за умов інтенсивних технологій. За РПВГ 85% і краплинного способу поливу врожайність зерна гібридів 'ДН Аквазор', 'ДН Берека', 'ДН Збруч', 'ДН Росток' сягала 14–15 т/га.

У групі середньопізніх гібридів ідентифіковані гібриди кукурудзи інтенсивного типу 'Арабат', 'ДН Гетера', 'ДН Аншлаг', 'ДН Рава', що забезпечують урожайність зерна 15–17 т/га за краплинного зрошення і дощування в умовах Інгулецького та Каховського зрошу-

ваних масивів незалежно від якості поливної води. Гібриди такого типу недоцільно використовувати на поливних землях з низьким гідромодулем та за водозберігаючих режимів зрошення, оскільки така технологія призводить до вагомих втрат урожаю, і вони стають неконкурентними з сучасними гібридами ФАО 190–280.

Новостворені гібриди не поступаються за врожайністю зерна кращим світовим аналогам та прогнозовано реагують на рівень технологічного забезпечення. Це дає змогу пропонувати виробництву не тільки вітчизняний селекційний продукт, а одночасно і сортову технологію, орієнтовану на ґрунто-екологічну зону, гідромодуль водопостачання, структуру сівозміни, рівень матеріального забезпечення господарства.

Для розкриття потенційної врожайності інтенсивних гібридів кукурудзи необхідно використовувати краплинне зрошення або дощування з рівнем передполивної вологості ґрунту 80–85% НВ. Ці рекомендації є суттєвим фактором підвищення врожайності зерна кукурудзи, оскільки краплинне зрошення динамічно поширюється в південних регіонах України.

Вагомим здобутком селекції кукурудзи для умов зрошення є висока конкурентоздатність вітчизняних гібридів. Гібриди іноземного походження практично не мають переваг порівняно з гібридами кукурудзи, створеними для умов зрошення, і мають програмовану реакцію на способи поливу й режими зрошення. Виробництву запропоновано використовувати сучасні вітчизняні гібриди кукурудзи інтенсивного типу ‘Арабат’, ‘Аншлаг’, ‘Тетера’, ‘Збруч’, ‘Азов’, ‘Росток’ за краплинного зрошення і дощування з використанням РПВГ 80–85%, що забезпечує врожайність зерна 15–17 т/га.

За використання способу поливу дощуванням на площах з обмеженим гідромодулем, що не дає змоги підвищити РПВГ понад 70%, необхідно використовувати пластичні гібриди групи ФАО 180–290 ‘ДН Пивиха’, ‘Хотин’, ‘Корунд’, ‘Скадовський’, ‘Солонянський 298СВ’ із рівнем урожайності зерна 9–10 т/га за водозберігаючого режиму зрошення, що зекономить поливну воду в межах 1200–1500 м<sup>3</sup>/га.

Підсумовуючи результати розробки моделей гібридів та селекції відповідних генотипів для умов зрошення, можна зробити висновки, що універсальні гібриди, адаптовані до широкого спектру зовнішніх умов, на кожному агроекологічному градієнті поступаються за продуктивністю генотипам з вузькою адаптивністю. За адаптивними

властивостями слід розрізняти: гібриди інтенсивного типу з сильно вираженою реакцією на середовище; гомеостатичні, що забезпечують стабільні врожаї за коливання умов вирощування; пластичні, що адекватно реагують на зміну рівня агрофону. За високого агрофону диференціувальна здатність середовища вища, ніж в умовах, наближених до екстремальних, де екологічні чинники спричиняють нівелюючий ефект на фенотипову реалізацію ознак продуктивності. Морфобіологічні ознаки, що визначають урожайність зерна, стабільно реалізуються тільки на високому агрофоні, тому добір за фенотипом надійний тільки у сприятливих умовах.

Ідентифікацію генотипів кукурудзи за параметрами адаптивності до умов зрошення необхідно проводити за результатами випробування в екологічному градієнті, сформованому за допомогою агротехнічних заходів, характерних для агроекологічних умов передбачуваного ареалу поширення генотипу, способів поливу, режиму зрошення, гідромодуля зрошувальної системи.

Для отримання високих і стабільних урожаїв зерна кукурудзи в кожному господарстві зрошуваної зони Степу України необхідно мати спектр гібридів з різним типом реакції на зміну умов середовища: інтенсивного типу – для отримання максимальних урожаїв на кращих зрошуваних полях; гомеостатичні – для отримання гарантованих урожаїв на гірших і неполивних полях; середньопластичні з широким адаптивним потенціалом – для отримання відносно стабільних урожаїв на полях з нестабільним агрофоном (поля з низьким гідромодулем зрошувальної системи).

## Висновки

Розроблені моделі та створені на їх базі гібриди кукурудзи групи ФАО 150–490 для умов зрошення півдня України з урожайністю зерна 11–17 т/га, що мають адаптованість до різних режимів зрошення, адекватну прогнозовану реакцію на технологічне забезпечення і високий потенціал продуктивності. В умовах зрошення необхідно використовувати гібриди кукурудзи з генетично запрограмованою реакцією на умови вирощування (оптимальний режим вологості ґрунту та мінерального живлення, водозберігаючий режим). За високого агрофону диференціувальна здатність середовища вища, ніж в умовах, наближених до екстремальних, де екологічні чинники спричиняють нівелюючий ефект на фенотипову реалізацію ознак продуктивності гібридів ФАО 400–490. Морфобіологічні ознаки, що визначають урожай-

ність зерна, стабільно реалізуються тільки на високому агрофоні, тому добір за фенотипом надійний тільки в сприятливих умовах. Універсальні гібриди, адаптовані до широкого спектру зовнішніх умов, за інтенсивних технологій на зрошенні, поступаються за продуктивністю генотипам, що володіють вузькою адаптивністю. Для розкриття потенційної врожайності інтенсивних гібридів кукурудзи необхідно використовувати краплинне зрошення або дощування з рівнем передполивної вологості ґрунту 80–85% НВ.

### Використана література

1. FAOSTAT. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/01.02.2018#data/QC>.
2. Munsch M. A., Stamp P., Christov N. K. et al. Grain Yield Increase and Pollen Containment by Plus-Hybrids Could Improve Acceptance of Transgenic Maize. *Crop Sci.* 2010. Vol. 50, No. 3. P. 909–919. doi: 10.2135/cropsci2009.03.0117
3. Vozhegova R. A., Lavrynenko Yu. O., Hlushko T. V. Productivity of maize hybrids of different FAO groups depending on condition of irrigation and dosage of fertilizers in the southern steppe of Ukraine. *Agric. Sci. Pract.* 2014. Vol. 1, No. 3. P. 62–68. doi: 10.15407/agrisp1.03.062
4. Troyer A. F. Background of U.S. Hybrid Corn II: Breeding, Climate, and Food. *Crop Sci.* 2004. Vol. 44, No. 2. P. 370–380. doi: 10.2135/cropsci2004.3700
5. Мустяца С. И., Мистрец С. И. Использование зародышевой плазмы гетерозисных групп БССС и Рейд Айодент в селекции скороспелой кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2007. № 6. С. 8–12.
6. Черчель В. Ю., Марочко В. А., Таганцова М. М. Обґрунтування індексу співвідношення висоти прикріплення верхнього качана до висоти рослин гібридів кукурудзи (*Zea mays* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2014. № 2. С. 40–44. doi: 10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127
7. Домашнев П. П., Дзюбецький Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. Москва : Агропромиздат, 1992. 204 с.
8. Ушкаренко В. А., Лазарев Н. Н., Голобородько С. П., Коковин С. В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговое хозяйство. Москва, 2011. 336 с.
9. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Сучасна зародкова плазма в програмі з селекції кукурудзи в Інституті зернового господарства УААН. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2002. Вип. 86. С. 11–19.
10. Mikel M. A. Genetic composition of contemporary U.S. commercial dent corn germplasm. *Crop Sci.* 2011. Vol. 51, No. 2. P. 592–599. doi: 10.2135/cropsci2010.06.0332

### References

1. FAOSTAT. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/01.02.2018#data/QC>.
2. Munsch, M. A., Stamp, P., Christov, N. K., Foueillassar, X. M., Hüsken, A. Camp, K.-H., & Weider, Ch. (2010). Grain Yield Increase and Pollen Containment by Plus-Hybrids Could Improve Acceptance of Transgenic Maize. *Crop Sci.*, 50(3), 909–919. doi: 10.2135/cropsci2009.03.0117
3. Vozhegova, R. A., Lavrynenko, Yu. O., & Hlushko, T. V. (2014). Productivity of maize hybrids of different FAO groups depending on condition of irrigation and dosage of fertilizers in the southern steppe of Ukraine. *Agric. Sci. Pract.*, 1(3), 62–68. doi: 10.15407/agrisp1.03.062
4. Troyer, A. F. (2004). Background of U.S. Hybrid Corn II: Breeding, Climate, and Food. *Crop Sci.*, 44(2), 370–380. doi: 10.2135/cropsci2004.3700
5. Mustyatsa, S. I., & Mistrets, S. I. (2007). Use of the germplasm of heterotic groups BSSS and Reid Ayodent in the selection of early ripen corn. *Kukuruzi i sorgo* [Corn and sorghum], 6, 8–12. [in Russian]
6. Cherchel, V. Yu., Marochko, V. A., & Tahantsova, M. M. (2014). Argumentation for the index of maize hybrids - the ratio between the height-point of the upper corncob and general plant height (*Zea mays* L.). *Plant Varieties Studying and Protection*, 2, 40–44. doi: 10.21498/2518-1017.2(23).2014.56127. [in Ukrainian]
7. Domashnev, P. P., Dzyubets'kiy, B. V., & Kostyuchenko, V. I. (1992). *Seleksiya kukuruzy* [Breeding of corn]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian]
8. Ushkarenko, V. A., Lazarev, N. N., Goloborod'ko, S. P., & Koko-vikhin, S. V. (2011). *Dispersionnyy i korrelyatsionnyy analiz v rastenievodstve i lugovodstve* [Dispersion and correlation analyses in plant growing and meadow management]. Moscow: N.p. [in Russian]
9. Dzyubetskiy, B. V., & Cherchel, V. Yu. (2002). Contemporary embryonic plasma in the corn selection program at the Institute of Grain Farming of the UAAS. *Seleksiya i Nasinnitstvo* [Plant Breeding and Seed Production], 86, 11–19. [in Ukraine]
10. Mikel, M. A. (2011). Genetic composition of contemporary U.S. commercial dent corn germplasm. *Crop Sci.*, 51(2), 592–599. doi: 10.2135/cropsci2010.06.0332

УДК 633.15:631.527

Лавриненко Ю. А.<sup>1</sup>, Марченко Т. Ю.<sup>1</sup>, Нужна М. В.<sup>1</sup>, Боденко Н. А.<sup>2</sup> Модели гибридов кукурузы FAO 150–490 для условий орошения // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. Т. 14, № 1. С. 58–65. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508>

<sup>1</sup>Институт орошаемого земледелия НААН Украины, пос. Наддніпрянський, г. Херсон, 73483, Україна, \*e-mail: lavrin52@ukr.net

<sup>2</sup>ГУ Институт зерновых культур НААН Украины, ул. В. Вернадского, 14, г. Днепр, 49027, Украина

**Цель.** Обосновать морфофизиологические и гетерозисные модели высокопродуктивных гибридов кукурузы FAO 150–490 для условий орошения и создать соответствующие генотипы со специфической адаптивностью к агроэкологическим факторам. **Методы.** Общенаучные, специальные селекционно-генетические и расчетно-сравнительные методы исследований. **Результаты.** Изложены результаты многолетних исследований по разработке моделей гибридов кукурузы различных групп спелости в условиях орошения. Определены основные параметры моделей гибридов кукурузы различных групп FAO. Приведены результаты реакции новых гибридов на способы полива и режимы орошения. Установлено, что гибриды

FAO 190 имеют стабильное проявление урожайности при различных режимах орошения. Использование этих гибридов целесообразно в условиях водосберегающих режимов орошения на поливных землях с низким гидромодулем. Среди среднеспелых гибридов (FAO 300–390) проявилась сильная генотипическая реакция на экологический градиент выращивания. Урожайность гибридов такого типа резко уменьшается при водосберегающих режимах орошения. В группе среднепоздних гибридов определены гибриды кукурузы интенсивного типа 'Арабат', 'ДН Гетера', 'ДН Аншлаг', 'ДН Рава', с урожайностью зерна 15–17 т/га при капельном орошении и дождевании в условиях Ингулецкого и Каховского орошаемых масси-

вов. Гибриды такого типа нецелесообразно использовать на поливных землях с низким гидромодулем и при водосберегающих режимах орошения, поскольку такая технология приводит к весомым потерям урожая и они становятся неконкурентными по сравнению с современными гибридами ФАО 190–290. **Выводы.** Разработаны модели и созданы на их базе гибриды кукурузы группы ФАО 150–490 для условий орошения юга Украина с урожайностью зерна 11–17 т/га, адаптированные к различным режимам орошения, с адекватной прогнозированной реакцией на технологическое обеспечение. При высоком агрофоне дифференцирующая способность среды выше, чем в условиях близких

к экстремальным, где экологические факторы вызывают нивелирующий эффект на фенотипическую реализацию признаков продуктивности гибридов ФАО 400–490. Морфо-биологические признаки, определяющие урожайность зерна, стабильно реализуются только на высоком агрофоне, поэтому отбор по фенотипу надежный только в благоприятных условиях. Универсальные гибриды, адаптированные к широкому спектру внешних условий, при интенсивных технологиях на орошении, уступают по продуктивности генотипам, обладающим узкой адаптивностью.

**Ключевые слова:** зерно, кукуруза, орошение, селекция, линия, урожайность.

UDC 633.15:631.527

**Lavrynenko, Yu. O.<sup>1</sup>, Marchenko, T. Yu.<sup>1</sup>, Nuzhna, M. V.<sup>1</sup>, & Bodenko, N. A.<sup>2</sup>** (2018). Models of corn hybrids of different maturity groups FAO 150–490 for irrigated conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(1), 58–65. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126508>.

<sup>1</sup>*Institute of Irrigated Agriculture, NAAS of Ukraine, Naddnyprianskyi village, Kherson, 73483, Ukraine, \*e-mail: lavrin52@ukr.net*

<sup>2</sup>*Institute of Grain Crops, NAAS of Ukraine, 14 Vernadskoho Str., Dnipro, 49027, Ukraine*

**Purpose.** To substantiate morphophysiological and heterosis models of high yield hybrids of maize FAO 150–490 for irrigation conditions and to create appropriate genotypes with specific adaptability to agroecological factors. **Methods.** The general scientific, special selection genetic, computational and comparative research methods were used. **Results.** The results of long-term study of maize hybrid models of different maturity groups within the conditions of irrigation are presented. The basic parameters of maize hybrid models of different FAO groups were determined. The parameters of heterosis models are determined and the lines with high combining ability were created, which are involved in the pedigree of early-ripening, early ripe medium, mid-ripening, middle-late and late groups of maturity of newly created hybrids. The results of the new hybrids response to irrigation methods and regimes are presented. It was found that FAO 190 hybrids have stable yields independently of different irrigation modes. The use of these hybrids is appropriate for the water-saving irrigation modes on irrigated lands with a low groundwater line. Among the middle-hybrids (FAO 300–390) the strong reaction in hybrids growing environmental gradient has appeared. The yield of this hybrids type falls dramatically under water-saving irrigation modes. There were defined corn hybrids of intensive type ‘Arabat’, ‘DN Getera’, ‘DN Anschlag’,

‘DN Rava’ in medium-late hybrid group which provide corn yield of 15–17 t/ha during the drip irrigation and sprinkling irrigation within Ingulets and Kahovsky irrigated lands. There is no practical need to grow this type of hybrids on irrigated lands with a low groundwater line and water-saving condition as far as this type of technology leads to the strong yield loss therefore they become non-competitive with modern FAO 190–290 hybrids. **Conclusions.** There new innovative FAO maize hybrids 150–490 were created for irrigated cultivation on the south of Ukraine, which are possessing a complex of economic and valuable features and are able to form high yields during the irrigation (11–17 t/ha). The differentiating ability of the environment within high soil fertility is more than in close-extreme conditions where environmental factors cause a leveling effect on the phenotype’s signs implementation of FAO 400–490 hybrids. The morpho-biological features that determine corn yield are steadily implemented only at high soil fertility. For this reason the phenotype selection is reliable only in favorable conditions. The flexible hybrids adapted to a wide range of external conditions within irrigation’s intensive technologies give way to genotypes productivity with a narrow adaptability.

**Keywords:** corn, maize, model, hybrid, irrigation, breeding, yield.

*Надійшла / Received 08.02.2018*  
*Погоджено до друку / Accepted 15.03.2018*