

МОДЕЛІ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ FAO 150–490 ДЛЯ УМОВ ЗРОШЕННЯ

ЛАВРИНЕНКО Ю.О. – доктор сільськогосподарських наук, професор

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

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

МАРЧЕНКО Т.Ю. – кандидат сільськогосподарських наук,

старший науковий співробітник

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

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

ЗАБАРА П.П. – аспірант

<http://orcid.org/0000-0002-6149-3393>

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

Постановка проблеми. 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.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. 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 агроекологічні та технологічні умови вирощування, тому реалізація потенційної продуктивності у них різна. Високопродуктивні гібриди виносять із 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), велике значення має розроблення фізіологічної та гетерозисної моделі й селекція гібридів на цій основі зі специфічною адаптивністю до агроекологічних чинників [4; 5]. Великого значення набувають морфометричні показники та їх співвідношення за розроблення оптимального морфотипу рослин гібридів кукурудзи [6].

Мета статті – обґрунтувати морфо-фізіологічні та гетерозисні моделі високопродуктивних гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення та створити відповідні генотипи зі специфічною адаптивністю до агроекологічних чинників.

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

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

Дослідження з розроблення морфо-фізіологічних моделей проводили протягом 2009–2019 рр. на базі гібридів конкурсного сортовипробування в Інституті зрошуваного землеробства НААН. Параметри моделей розробляли на основі кореляційно-регресійного аналізу та порівняльного методу. Проаналізовано понад 2 500 генотипів. Аналіз гетерозисних моделей проводили протягом 2007–2019 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 2016–2019 рр. в Інституті зрошуваного землеробства НААН (Інгулецький зрошуваний масив) та Асканійській ДСДС (Каховський зрошуваний масив). Використовували сучасні гібриди, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (2016–2019 рр.). Дослідження проводили за відповідними методиками [7; 8].

Результати досліджень. З використанням кореляційно-регресійних зв'язків кількісних ознак продуктивності розроблено морфо-фізіологічні й гетерозисні моделі гібридів кукурудзи та створено на їх базі гібриди кукурудзи FAO 150–490 для умов водозберігаючих та оптимальних режимів зрошення з урожайністю зерна 11,0–17,0 т/га. Використано матеріали спільних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН та ДУ Інституту зернових культур НААН.

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

Морфо-фізіологічна модель ранньостиглої групи гібридів кукурудзи FAO 150–190 за ознаками продуктивності. Найбільш стабільними в умовах південного регіону виявилися гібриди ранньостиглої групи FAO,

які використовуються для вирощування в післязрілих, післязривних 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 зрошеного 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 1 000 зерен – 250–280 г; довжина качана повна – 18,0 см; довжина качана озернена – 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 – 1 500 тис. м²хдїб/га, листковий індекс у фазі цвітіння – 3,8.

Морфо-фізіологічна 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 дїб, вони невивагливі до агротехнічного забезпечення, щорічно досягають. Тому розроблення моделей гібридів саме цієї групи є актуальним завданням. За типових погодних умов і дотримання технології вирощування гібриди кукурудзи середньоранньої групи стиглості повинні мати врожайність зерна в межах 11,5–12,5 т/га, вихід зерна – 88–90 %, масу зерна з одного качана – 200–240 г, масу 1 000 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 – 2 500 тис. м²хдїб/га, листковий індекс – 5,0.

Морфо-фізіологічна 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 завдяки низькій збиральній вологості зерна. Гібриди середньостиглої моделі гібридів кукурудзи високоврожайні, про що свідчать високі показники продуктивності: врожайність зерна моделі становить 12,5–14,5 т/га, вихід зерна – 88,0–90,0 %, маса зерна з одного качана – 220–240 г, маса 1 000 зерен – 280–320 г. Гібриди кукурудзи цієї групи стиглості повинні мати потенційну можливість утворювати рослини з двома качанами. Качан середніх розмірів, циліндричний, довжина повна має 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 (масу 1 000 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. м²хдїб/га, листковий індекс – 5,6.

Морфо-фізіологічна 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 відповідала вимогам сучасних технологій вирощування, що пов'язано зі збиранням зерна комбайнами з прямим обмолотом та необхідною збиральною вологістю зерна на рівні 13–16 %. Було розроблено моделі таких високопродуктивних гібридів та створено 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 рівні 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 – 3 200 тис. м²хдїб/га, листковий індекс – 6,0.

Важливим чинником ефективної селекції є розроблення 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. Водночас передбачається підвищити концентрацію в одному генотипі максимальної частоти бажаних алелів [10]. Аналіз використання за останні роки основних зародкових плазм засвідчив, що поряд із традиційними гетерозисними групами збільшується частка ліній, створюваних на основі нових комерційних гібридів, так звана змішана плазма (табл. 1). Варто зауважити, що основні зародкові плазми збереглися на сьогодні в робочих колекціях у модифікованому стані, й іноді вдається отримувати гібриди з досить 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 використовувані лінії – батьківські компоненти різних груп ФАО – в експериментальних гібридних комбінаціях Інституту зрошеного землеробства та ДУ «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 є свої

Таблиця 1 – Використання ліній базових зародкових плазм у гібридах кукурудзи конкурсного сортопробування ФАО 150–490, %

Походження вихідного матеріалу	Група стиглості							
	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	-	-	-	-	-
P 502	14,3	9,5	17,6	8,6	4,3	2,3	-	-
P 346	-	-	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, Сm105, Syn42, МА 21	-	-	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, Кр2421, ДК2953, ДК315, ДК364, ДК633266, ДК2064, ДК2380	X301, X315, X318, Кр9698, ДК205710, Кр3726, ДК257, ДК2577, ДК7408, ДК3044, ДК7337, ДК2965	ДК411М, ДК445М, ДК446, ДК7740, ДК365, ДК1856, ДКВ3261С, ДК44447, ДК2064, ДК6335, ДК6342
Батьківська форма	X22, X195, ДК281, ДК180, ДК744, ДК2323, ДК3151, ДК 2727, 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

оптимальні моделі нових гібридів кукурудзи, відповідно до яких ведеться селекційна робота. На основі розроблених моделей у співпраці Інституту зрошувального землеробства та ДУ «Інститут 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 і 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

Таблиця 3 – Урожайність зерна гібридів кукурудзи за різних способів поливу та режимів зрошення, т/га (2016–2017 рр.)

Гібрид	ФАО	Полив			
		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
Степовий	190	9,86	10,22	11,37	10,74
ДН Хотин	250	10,56	12,44	13,07	12,83
ДН Галатя	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
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
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
НІР ₀₅	-	0,31	0,42	0,41	0,34

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, Тендра, Степовий. У цих гібридів не спостерігали підвищення врожайності зерна за оптимізації технологій вирощу-

вання. Проте у них технічну стиглість зерна фіксували вже у другій половині серпня, що дає змогу використовувати їх як попередники під озимі культури стиглості (ФАО 250–280), ліпшим за показниками пластичності врожайності зерна виявився Хотин (ФАО 250) незалежно від способу поливу. Наприклад, 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. Найкращим 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 і середньоранніх гібридів кукурудзи виявився гібрид Корунд – 13,51 т/га.

Серед середньостиглих гібридів (ФАО 300–390) за поливу дощуванням у межах Інгулецького зрошуваного 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 за рівень 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 Акватор, 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 зрошуваних масивів незалежно від якості поливної води. Гібриди такого типу недоцільно використовувати на поливних землях із низьким гідромодулем і за водозберігаючих режимів зрошення, оскільки така технологія призводить до вагомих втрат урожаю, і вони стають неконкурентними із сучасними гібридами ФАО 190–280.

Новостворені гібриди не поступаються за врожайністю зерна найкращим світовим аналогам і прогнозовано реагують на рівень технологічного забезпечення. Це дає змогу пропонувати виробництву не тільки вітчизняний селекційний продукт, а й одночасно і сортову технологію, орієнтовану на ґрунтово-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, Гетера, Збруч, Азов, Росток за краплинного зрошення й 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 1 200–1 500 м³/га.

Підсумовуючи результати розроблення моделей гібридів і селекції відповідних генотипів для умов зрошення, можна зробити висновки, що універсальні гібриди, адаптовані до широкого спектра зовнішніх умов, на кожному агроекологічному градієнті поступаються за продуктивністю генотипам із вузькою адаптивністю. За адаптивними властивостями треба розрізняти: гібриди інтенсивного типу із 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 диференціовальна 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 із 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 із нестабільним агрофоном (поля з низьким гідромодулем зрошувальної системи).

Висновки. Розроблено моделі та створено на їхній 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 диференціовальна 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 урожайність зерна, стабільно реалізуються тільки на високому агрофоні, тому добір за фенотипом надійний тільки в сприятливих умовах. Універсальні гібриди, адаптовані до широкого спектра

зовнішніх умов, за інтенсивних технологій на зрошенні, поступають 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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 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 : Агрпромиздат, 1992. 204 с.
8. Ушкаренко В.А., Лазарев Н.Н., Голобородько С.П., Коковихин С.В. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве. 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. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/01.02.2018#data/QC> [in English].
2. Munsch, M.A., Stamp, P., Christov, N.K., Foueillassar, X.M., Hüskén, 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 [in English].
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 [in English].

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/crop-sci2004.3700 [in English].
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. *Kukuruza i sorgo – Corn and sorghum*, 6, 8-12 [in Russian].
6. Cherchel, V.Yu., Marochko, V.A., & Tahan-sova, M.M. (2014). Argumentation for the index of maize hybrids – the ratio between the height-point of the upper corn cob 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., & Kokovikhin, 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. Dziubetskiy, 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 Ukrainian].
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 [in English].

Лавриненко Ю.О., Марченко Т.Ю., Забара П.П. Моделі гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення

Мета. Обґрунтувати морфо-фізіологічні та гетерозисні моделі високопродуктивних гібридів кукурудзи FAO 150–490 для умов зрошення та створити відповідні генотипи зі специфічною адаптивністю до агроекологічних чинників. **Методи.** Загальнонаукові, спеціальні селекційно-генетичні та розрахунково-порівняльні. **Результати.** Викладено дані багаторічних досліджень із розроблення 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 із 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 середньо-пізніх 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 із низьким гідромодулем і за водозберігаючих режи-

мів зрошення, оскільки така технологія призводить до вагомих втрат урожаю, тому вони не можуть конкурувати із сучасними гібридами ФАО 190-290. **Висновки.** Розроблені моделі та створені на їхній базі гібриди кукурудзи групи ФАО 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 диференціальна 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 урожайність зерна, стабільно реалізуються тільки на високому агрофоні, тому добір за фенотипом надійний тільки у сприятливих умовах. Універсальні гібриди, адаптовані до широкого спектра зовнішніх умов, за інтенсивних технологій на зрошенні поступаються за продуктивністю генотипам, що мають вузьку адаптивність.

Ключові слова: зерно, кукурудза, зрошення, селекція, лінія, врожайність.

Marchenko, T.Yu., Lavrynenko, Yu.O., Zabara P.P. Models of corn hybrids of different maturity groups FAO 150–490 for irrigated conditions

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” 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.

Key words: corn, maize, model, hybrid, irrigation, breeding, yield.