

УДК 633.15:631.543(477.7)

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ЗАЛЕЖНО ВІД ЖИВЛЕННЯ ТА ГУСТОТИ СТОЯННЯ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Минкін М.В. – к.с.-г.н., доцент,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Берднікова О. Г. – к.с.-г.н., доцент,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

Минкіна Г.О. – к.с.-г.н., доцент,

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»

В умовах зрошення Півдня України є можливість істотного збільшення продуктивності гібридів кукурудзи всіх груп стиглості за рахунок оптимізації технології вирощування. Тривалість вегетаційного періоду залежить від густоти стояння рослин кукурудзи, сортових особливостей гібридів та норми мінеральних добрив. Коротшим (114 днів) вегетаційний період був у гібрида Каховський із густрою 60 тис./га незалежно від норм мінеральних добрив. Проведеними дослідженнями встановлено, що збільшення густоти стояння рослин кукурудзи з 60 до 90 тис./га призводить до зростання коефіцієнтів водоспоживання. Найвищу врожайність понад 10 т/га забезпечує гібрид Арабат за густоти стояння рослин в межах 70–80 тис./га та внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{120}P_{120}$.

Ключові слова: кукурудза, зрошення, гібриди, густина стояння рослин, удобрення, економічна та енергетична ефективність.

Мынкин Н.В., Бердникова Е.Г., Мынкина А.А. Формирование производительности кукурузы на зерно зависимости от питания и густота стояния в условиях Юга Украины

В условиях орошения Юга Украины есть возможность существенного увеличения продуктивности гибридов кукурузы всех групп спелости за счет оптимизации технологии выращивания. Продолжительность вегетационного периода зависит от густоты стояния растений кукурузы, сортовых особенностей гибридов и нормы минеральных удобрений. Коротче (114 дней) вегетационный период был у гибрида Каховский с густотой 60 тыс./га независимо от норм минеральных удобрений. Проведенными исследованиями установлено, что увеличение густоты стояния растений кукурузы с 60 до 90 тыс./га приводит к росту коэффициентов водопотребления. Наивысшую урожайность более 10 т/га обеспечивает гибрид Арабат при густоте стояния растений в пределах 70–80 тыс./га и внесении минеральных удобрив в дозе $N_{120}P_{120}$.

Ключевые слова: кукуруза, орошение, гибриды, густота стояния растений, удобрение, экономическая и энергетическая эффективность.

Mynkin M.V., Berdnikova O.G., Mynkina G.O. Formation of grain corn productivity depending on nutrition and plant density in Southern Ukraine

Under the conditions of irrigation in the south of Ukraine, there is a possibility of a significant increase in the productivity of corn hybrids of all groups of maturation due to the optimization of the technology of cultivation. The length of the growing season depends on the density of corn plants, the varietal characteristics of the hybrids and the standards of mineral fertilizers. The short (114 days) vegetative period was in the Kakhovsky hybrid with a density of 60 thousand/ha, regardless of the rates of mineral fertilizers. The conducted research has shown that increasing the density of corn plants from 60 to 90 thousand/ha leads to an increase in the coefficients of water consumption. The highest yield of more than 10 t/ha is provided by the Arabat hybrid under the density of plant standing in the range of 70–80 thousand/ha and mineral fertilization at a rate of $N_{120}P_{120}$.

Key words: corn, irrigation, hybrids, plant density, fertilization, economic and energy efficiency.

Постановка проблеми. Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20% зерна кукурудзи, для технічних – 15%, решта йде на фураж.

В Україні відчувається гостра потреба у нарощуванні об'ємів виробництва зерна кукурудзи. Все це стимулює збільшення посівних площ та удосконалення технології вирощування культури. В результаті селекційного прогресу продуктивність гібридів суттєво підвищилась за рахунок їх адаптації до обмежуючої кількості тепла і зважаючи на те, що на даний час селекція кукурудзи здійснюється багатьма провідними науковими центрами і виникла необхідність встановити оптимальну групу зрілості кукурудзи на зерно для умов регіону, оцінити потенціал продуктивності гібридів та визначити для них оптимальний строк сівби та норму висіву.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Реалізація потенціалу продуктивності кукурудзи на зерно в регіонах із кліматично обмеженою кількістю тепла є реальною потребою сільськогосподарських товаровиробників, яка вимагає виявлення та всебічного дослідження обмежуючих чинників для максимально можливої оптимізації технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах південного Степу України.

Постановка завдання. Дослідження були спрямовані на вивчення процесів оптимізації технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах Південного Степу. Основною метою досліджень було встановити в умовах Південного Степу України особливості росту і розвитку зерна гібридів кукурудзи за рахунок підбору оптимальної густоти стояння рослин та оптимізації поживного режиму ґрунту шляхом внесення мінеральних добрив. На основі досліджень планувалось обґрунтувати оптимальну технологію вирощування кукурудзи.

Для повноти розкриття теми були поставлені задачі: встановити вплив густоти стояння і рівня мінерального живлення на особливості проходження основних етапів органогенезу, біометричні показники, особливості водоспоживання рослин та зернову продуктивність гібридів кукурудзи; дослідити особливості росту й розвитку рослин кукурудзи, формування продуктивності нових гібридів залежно від технології вирощування; дати економічну та енергетичну оцінку окремих заходів вирощування гібридів кукурудзи різної селекції; на основі отриманих даних рекомендувати їх виробництву.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одержання високої польової схожості – одне із найважливіших завдань технології вирощування, оскільки від неї значною мірою залежить рівень майбутнього врожаю. Дослідженнями встановлено (табл. 1), що збільшення густоти стояння рослин від 60 до 90 тис./га у межах кожного рівня удобрення практично не приводило до зниження польової схожості насіння.

Виявлено окремі сортові особливості гібридів, що певним чином впливало на польову схожість насіння. Так, найвищу польову схожість насіння зафіксовано у гібрида кукурудзи Арабат, найменшу – у Скадовський (відповідно 86,0% і 81,1%).

У гібрида кукурудзи Арабат найвищі показники польової схожості встановлено при густоті 60 тис. / га і внесенні $N_{90}P_{90}$ – 89,9%. Зі збільшенням густоти стояння до 90 тис./га і внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{120}P_{120}$ польова схожість насіння знижувалася до 87,0%. У гібридів Каховський

та Скадовський спостерігалась аналогічна закономірність, проте в цих варіантах показники польової схожості були дещо нижчими, що пов'язано як із біологічними особливостями цих гібридів, так і меншою крупністю насіння.

Отже встановлено, що польова схожість насіння кукурудзи переважно залежала від рівня удобрення та біологічних особливостей гібридів і менше – від густоти стояння рослин.

Результати досліджень свідчать, що тривалість вегетаційного періоду залежить від густоти стояння рослин кукурудзи, сортових особливостей гібридів та норми мінеральних добрив. Коротшим (114 днів) вегетаційний період був у гібрида Каховський із густрою 60 тис./га незалежно від норм мінеральних добрив. Найдовший вегетаційний період – у гібридів Скадовський при густоті 80 і 90 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}$ (відповідно 124 і 126 днів) і Арабат у варіантах 90 тис./га і $N_{90}P_{90}$ (125 днів).

На основі спостережень за ростовими процесами було встановлено, що висота рослин залежить як від біологічних особливостей гібридів, так і рівня мінерального живлення та густоти стояння рослин. Найвищими були рослини всіх гібридів кукурудзи за внесення $N_{120}P_{120}$, але при різній густоті стояння. Так, гібриди кукурудзи Скадовський і Каховський найвищими були при густоті 70 тис./га (відповідно 217 і 223 см), а гібрид Арабат при густоті 80 тис./га – 247 см.

Урожайність кукурудзи і якість зерна значною мірою залежить від забезпечення рослин елементами мінерального живлення протягом вегетації. У процесі вегетації кукурудзи вміст нітратів у ґрунті змінювався залежно від інтенсивності використання їх рослинами. Динаміка нітратів у ґрунті пов'язана з накопиченням сухої речовини рослинами кукурудзи. Від початку вегетації (9–10 листків) до наливання і дозрівання зерна спостерігається лінійне зменшення нітратів у ґрунті, досягаючи мінімуму у фазі молочно-воскової стиглості зерна. Зменшення вмісту нітратного азоту в другій половині вегетації пояснюється уповільненням нітрифікаційних процесів та значним виносом азоту рослинами кукурудзи через інтенсив-

Таблиця 1

Польова схожість насіння кукурудзи залежно від норми висіву та рівня мінерального живлення, % (середнє за 2017–2018 рр.)

Гібрид (фактор А)	Густота стояння, тис. шт. / га*	Норми мінеральних добрив, кг / га			
		Без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}$	$N_{90}P_{90}$	$N_{120}P_{90}$
Скадовський (контроль)	60	82,9	83,7	84,6	84,9
	70	82,1	83,2	83,2	83,5
	80	81,7	82,0	82,5	82,7
	90	81,1	81,4	82,0	82,2
Каховський	60	83,2	84,2	84,5	86,7
	70	82,3	83,8	84,2	85,5
	80	81,9	82,6	83,8	84,3
	90	81,4	82,0	83,1	83,8
Арабат	60	87,2	89,3	89,9	89,4
	70	86,9	89,0	89,0	88,7
	80	86,4	88,1	87,4	87,6
	90	86,0	87,6	87,0	87,0

Примітка: * – страхова надбавка насіння до фактичної густоти – 10–15%.

ний приріст органічної маси, яка досягає максимуму в період молочно-воскової стиглості зерна. Результати спостережень за динамікою нітратного азоту в шарі ґрунту 0–20 см засвідчили, що вміст азоту залежить і від біологічних особливостей гібридів кукурудзи (табл. 2).

Найменший вміст азоту в ґрунті у фазу молочної стиглості зерна мав місце на контрольному варіанті під час вирощування гібриду Арабат із густотою 90 тис./га – відповідно 5,8 мг/кг ґрунту проти 7,1 мг/кг ґрунту у гібрида Скадовський, що головним чином і вплинуло на формування продуктивності кукурудзи.

Отже, забезпеченість рослин нітратним азотом у другій половині вегетації на удобреному фоні у порівнянні з неудобреним була у 1,2–1,4 рази більшою. Наявна тенденція до зменшення кількості цього елемента при загущенні посіву до 90 тис./га.

Найбільше рухомого фосфору рослини кукурудзи використовували у період 9–10 листків – викидання волоті. Так, у ці фази рослини кукурудзи, в середньому по гібридах, на формування одиниці врожаю витрачали на 14,5–18,2% більше порівняно з фазами викидання волоті і молочної стиглості зерна, що зумовлено біологічними особливостями гібридів кукурудзи. Гібрид кукурудзи Арабат виніс з ґрунту на 4,2% більше рухомого фосфору порівняно з гібридом Скадовський, що і вплинуло на формування величини врожаю. В сезонній динаміці фосфору в ґрунті простежувалася залежність, аналогічна динаміці нітратів.

Таблиця 2

Динаміка нітратного азоту (NO₃) в шарі ґрунту 0–20 см у фазу молочної стиглості зерна, мг/кг ґрунту, (середнє за 2017–2018 рр.)

Гібрид	Густота стояння, тис. шт. / га	Норми мінеральних добрив, кг / га			
		Без добрив (контроль)	N60P60	N90P90	N120P120
Скадовський	60	9,5	11,3	12,1	12,5
	70	8,8	10,5	11,1	11,4
	80	8,4	8,9	9,4	9,7
	90	7,1	7,5	7,9	8,1
Каховський	60	9,1	11,0	11,8	12,2
	70	8,4	10,2	10,7	11,0
	80	7,9	8,5	9,0	9,4
	90	6,7	7,1	7,4	7,6
Арабат	60	8,4	10,3	11,1	11,5
	70	7,7	9,5	10,0	10,3
	80	7,1	7,8	8,2	8,8
	90	5,8	6,2	6,7	7,0

Калій починає надходити у рослини високими темпами вже з перших днів появи сходів і до фази викидання волоті. У фазу 9–10 листків ґрунтові запаси обмінного калію під посівом кукурудзи знаходилися у межах 91–126 мг/100 г ґрунту. Вміст його в ґрунті меншою мірою залежав від густоти стояння рослин, а головним чином визначався різним рівнем мінерального живлення та біотипів гібридів кукурудзи. Так, із збільшенням густоти стояння з 60 до 90 тис./га ґрунтові запаси обмінного калію в середньому по гібридах зменшилися на 8,0–8,5%.

Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}$ сприяло збільшенню кількості обмінного калію в ґрунті на 10,2–13,2% порівняно з контролем, а у разі внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}$ вміст калію збільшився на 16,7–20,2%. Найменший вміст обмінного калію в шарі ґрунту 0–20 см зафіксовано у варіантах дослідів з використанням гібриду Арабат. Так, при вирощуванні гібрида Скадовський (контроль) з густрою стояння 60 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}$ вміст калію в ґрунті у фазу 9–10 листків становив 126 мг/100 г ґрунту, а при вирощуванні гібриду Арабат він зменшився на 5,5%.

У варіанті з гібридом Каховський ґрунтові запаси обмінного калію знаходилися в межах контрольного варіанту. До фази викидання волотей ґрунтові запаси обмінного калію зменшилися на 9,2–11,1%. Внесення добрив сприяло збільшенню калію в ґрунті на 18,8–20,2% порівняно з контролем. У другій половині вегетації запаси обмінного калію в ґрунті зменшилися (табл. 3).

Таблиця 3

Динаміка обмінного калію (K_2O) в шарі ґрунту 0–20 см у фазу молочної стиглості зерна, мг/кг ґрунту, (середнє за 2017–2018 рр.)

Гібрид	Густина стояння, тис. шт. / га	Норми мінеральних добрив, кг / га д. р.			
		Без добрив (контроль)	$N_{60}P_{60}$	$N_{90}P_{90}$	$N_{120}P_{120}$
Скадовський	60	93	104	108	112
	70	92	103	107	110
	80	89	101	104	107
	90	84	98	101	103
Каховський	60	91	102	106	109
	70	89	100	104	107
	80	87	98	101	105
	90	81	95	98	101
Арабат	60	89	100	104	107
	70	87	98	102	105
	80	85	95	98	102
	90	78	92	95	98

Порівняно з фазою 9–10 листків вони зменшилися на неудобренних варіантах на 12,1–13,9%, на удобрених – на 11,1–12,6%, а з фазою викидання волоті відповідно на 3,1–3,4% і 8,5–8,7%.

Тобто у другій половині вегетації на удобрених варіантах використання обмінного калію рослинами зростає. Із зменшенням площі живлення закономірність динаміки ґрунтових запасів обмінного калію в досліді збереглася. Найбільше калію з ґрунту за період вегетації використав гібрид кукурудзи Арабат (відповідно на 4,5% більше, ніж на контролі), що пояснюється його підвищеними вимогами до елементів живлення.

Аналізуючи динаміку ґрунтових запасів елементів живлення зауважимо, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}$ порівняно з варіантом без добрив сприяло збільшенню кількості в ґрунті нітратного азоту (NO_3) на 21,8–37,5%, рухомого фосфору (P_2O_5) на 33,2–38,7% і обмінного калію (K_2O) на 19,5–26,3%.

Висновки і пропозиції. Аналізуючи технологію вирощування гібриду кукурудзи можна дійти висновку, що вона є досить енергоємною за рахунок застосу-

вання зрошення, внесення мінеральних добрив і гербіцидів, міжрядних обробок ґрунту, збирання врожаю тощо. З метою розрахунку біоенергетичної ефективності використовували методику проведення енергетичного аналізу інтенсивних технологій вирощування основних сільськогосподарських культур з урахуванням окремих матеріальних ресурсів – поливної води, мінеральних добрив, насіння, палива, оплати праці залежно від гібридного складу кукурудзи, що вивчався в дослідженні.

Витрати енергії на проведення поливів становили 9,18 МДж на 1 м³ поливної води і складався з двох показників – електроенергія і безпосередньо полив дощувальною машиною ДДА-100 МА з урахуванням енергоємності води, а енергоємність води у свою чергу складає 2,09 МДж/м³.

Для розрахунку сукупної енергії використовували енергетичні еквіваленти сукупної енергії, а саме еквіваленти на основні, оборотні засоби виробництва й на трудові ресурси, оскільки саме ці показники з енергетичної точки зору характеризуються стабільністю на відміну від економічних показників. У середньому за роки проведення досліджень найвищий приріст енергії по гібридному складу максимального рівня мав у варіанті з гібридом Арабат – 50,6 ГДж/га. Найменші значення цього енергетичного показника були у варіанті з гібридом Скадовський – 41,7 ГДж/га

1. Встановлено, що збільшення густоти стояння рослин від 60 до 90 тис./га у межах кожного рівня удобрення практично не приводило до зниження польової схожості насіння. У гібрида кукурудзи Арабат найвищі показники польової схожості встановлено при густоті 60 тис. / га і внесенні $N_{90}P_{90}$ – 89,9%. Зі збільшенням густоти стояння до 90 тис. / га і внесення повного мінерального добрива в нормі $N_{120}P_{120}$ польова схожість насіння знижувалася до 87,0%.

2. Результати досліджень свідчать, що тривалість вегетаційного періоду залежить від густоти стояння рослин кукурудзи, сортових особливостей гібридів та норми мінеральних добрив. Коротшим (114 днів) вегетаційний період був у гібрида Каховський із густотою 60 тис./га незалежно від норм мінеральних добрив. Найдовший вегетаційний період зафіксовано у гібридів Скадовський при густоті 80 і 90 тис./га і внесенні $N_{120}P_{120}$ (відповідно 124 і 126 днів) і Арабат у варіантах 90 тис./га і $N_{90}P_{90}$ – 125 днів.

3. Найменший вміст азоту в ґрунті у фазу молочної стиглості зерна мав місце на контрольному варіанті під час вирощування гібриду Арабат з густотою 90 тис./га – відповідно 5,8 мг/кг ґрунту проти 7,1 мг/кг ґрунту у гібрида Скадовський, що головним чином і вплинуло на формування продуктивності кукурудзи. Найбільше рухомого фосфору рослини кукурудзи використовували у період 9–10 листків під час викидання волоті. Внесення мінеральних добрив у нормі $N_{60}P_{60}$ сприяло збільшенню кількості обмінного калію в ґрунті на 10,2–13,2% порівняно з контролем, а у разі внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{120}$ вміст калію збільшився на 16,7–20,2%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дзюбецький Б.В. Реакція материнської форми гібриду Борисфен 433
 2. МВ на режим зрошення, азотне живлення та густоту стояння рослин на ділянках гібридизації / Дзюбецький Б.В., Писаренко В.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В. *Таврійський науковий вісник* : зб. ст. та моногр. Херсон : Айлант, 1998. Вип. 8. С. 32–34.
 3. Ківер В.Х. Норми, способи та строки внесення добрив під кукурудзу на зрошенні. *Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур у Степу України* / В.Х. Ківер, І.Д. Галечко / під заг. ред. Є.М. Лебідя та І.А. Пабата. Дніпропетровськ : Пороги, 1995. С. 61–66.
 4. Колоша О.Н. Вирощування кукурудзи на дерново-підзолистих ґрунтах / О.Н. Колоша // *Вісник с-г наук*. 1957. № 1. С. 21–29.
 5. Лавриненко Ю.О. Методичні вказівки з насінництва кукурудзи в умовах зрошення : навч. посіб. / Ю.О. Лавриненко, С.В. Коковіхін, В.Г. Найдьонов, І.В. Михаленко. Херсон : Айлант, 2008. 212 с.
 6. Федоров А.К. Селекція кукурудзи і сорго на вміст білку / А.К. Федорова // *Кукурудза*. 1984. № 4. С. 30–31.
-