

## РЕАКЦІЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ НА ГУСТОТУ СТОЯННЯ РОСЛИН У ПІВНІЧНІЙ ПІДЗОНІ СТЕПУ УКРАЇНИ

**С. В. Красенков**, доктор сільськогосподарських наук;

**М. І. Дудка, В. І. Чабан**, кандидати сільськогосподарських наук;

**С. С. Носов, С. В. Березовський**

*ДУ Інститут сільського господарства степової зони НААН України*

*Наведені результати вивчення продуктивності гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин. Встановлено, що за сприятливих умов зволоження їхня урожайність достовірно підвищувалася за густоти 60–70 тис. рослин/га порівняно зі зрідженими посівами – 30–40 тис. рослин/га. В посушливих умовах при загущенні посівів спостерігалось зниження врожайності гібридів на 15–18 %. Визначені особливості формування продуктивності культури і якості зерна. Щодо більш пізньостиглих гібридів, простежувалася тенденція до підвищення вмісту азоту і калію в зерні. Зерно середньостиглого і середньопізнього гібридів відрізнялось і децю більшим вмістом протеїну. При збільшенні густоти стояння рослин виявлено тенденцію до зниження його вмісту. Вміст крохмалю, жиру та клітковини в зерні залежно від густоти стояння рослин змінювався незначно.*

**Ключові слова:** кукурудза, гібриди, густина стояння, врожайність, якість зерна.

Густина стояння рослин – важливий елемент технології вирощування кукурудзи, який суттєво впливає на ростові процеси, строки настання основних фаз розвитку і відповідно на тривалість вегетаційного періоду культури [1]. Насамперед густина рослин залежить від ґрунтово-кліматичних умов конкретної зони вирощування та морфобіологічних ознак гібридів [2]. Відомо, що як зрідження, так і загущення посівів кукурудзи призводять до зниження рівня врожаю [3]. На підставі проведених раніше досліджень встановлено, що в богарних умовах північної підзони Степу України ранньостиглі гібриди кукурудзи доцільно вирощувати на зерно з передзбиральною густиною 55–60 тис. рослин/га, середньоранні – 40–45 тис., середньостиглі – 35–40 тис., середньопізні – 30–35 тис. рослин/га [4–6].

Питання оптимізації кількості рослин на одиниці площі є особливо актуальним при вирощуванні кукурудзи в умовах нестійкого зволоження, що характерно для степової зони. Так, встановлено, що прояв несприятливих елементів клімату в критичні періоди розвитку рослин суттєво обмежує реалізацію їхнього генетичного потенціалу продуктивності. Виродність формування середніх врожаїв (3,4–4,1 т/га) культури залежно від конкретної підзони Степу становить 29–42 %, а нижчих за середні та низьких – 27–37 % [7]. Умови в період вегетації кукурудзи суттєво впливають не тільки на ростові процеси рослин, але й на обмінні, що проявляється у вигляді значного коливання показників хімічного складу зерна [8].

В зв'язку з постійним оновленням переліку районованих гібридів і посиленням останніми роками посушливості клімату важливим завданням є доопрацювання окремих елементів технології вирощування різних біотипів кукурудзи, у тому числі й оптимізація розміру площі живлення. Виходячи з цього, мета роботи – встановити оптимальну передзбиральну гуштину стояння рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості для богарних умов північної підзони Степу України і з'ясувати закономірності змін хімічного складу та якості зерна.

Дослідження проводили у 2012–2014 рр. в лабораторії технології вирощування кукурудзи на Ерастівській дослідній станції (П'ятихатський р-н Дніпропетровська обл.). Інститут сільського господарства степової зони. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий на лесі з наступною агрохімічною характеристикою орного шару: вміст гумусу – 4,0–4,2 %, загальних азоту – 0,21–0,23 %, фосфору – 0,11–0,12 %, калію – 2,0–2,2 %, реакція ґрунтового розчину (рН<sub>вод.</sub>) – 6,5–6,9. Забезпеченість ґрунту рухомими формами перелічених макроелементів живлення – середня, підвищена і висока.

У досліді вивчали гібриди кукурудзи за різної передзбиральної густоти: від 40 до 70 тис. рослин/га – Почаївський 190 МВ і Яровець 243 МВ та від 30 до 60 тис. рослин/га – Красилів 327 МВ і Бистриця 400 МВ. Двофакторний дослід закладали методом розщеплених ділянок, розміщення варіантів – послідовне, повторність – триразова. Посівна площа

становила 117,6 м<sup>2</sup>, облікова – 68,9 м<sup>2</sup>. У досліді здійснено фонове внесення мінеральних добрив під зяблеву оранку в рекомендованій для зони дозі. Технологія вирощування, за винятком факторів, що досліджувалися, відповідала загальноприйнятій для умов північної підзони Степу. Обліки і спостереження проведено відповідно до існуючих методик [9].

Зразки зерна для аналізу відбирали у фазі повної стиглості. Після мокрого озолення (метод Гінзбург) з однієї наважки визначали: вміст загального азоту – за методом К'ельдаля, фосфор – з закінченням на фотоелектроколориметрі, калій – на полум'яному фотометрі [10]. Крохмаль, жир, клітковину (показники якості зерна) встановлювали на приладі Infrapid-61, протеїн – шляхом перерахунку вмісту загального азоту з використанням відповідного коефіцієнта.

Варто зазначити, що умови зволоження і температурного режиму періодів вегетації гібридів кукурудзи відрізнялися впродовж років досліджень. Сума атмосферних опадів за червень – липень 2012 р. (критичний період для рослин за споживанням вологи) дорівнювала 64,1 мм, за аналогічний період 2013 р. – 85,4 мм, а в 2014 р. – 81,8 мм при багаторічній нормі 116,1 мм, або 55,2; 73,6 та 70,5 %. На фоні дефіциту опадів спостерігався підвищений температурний фон. Якщо у 2013 і 2014 рр. перевищення цього показника над середньобагаторічними значеннями становило 1,3–1,9 °С, то у 2012 р. – 3,9 °С. Отже, всі ці роки не були сприятливими для проходження процесів росту і розвитку у рослин та формування ними продуктивності, що підтверджують і показники комплексної оцінки кліматичних умов (ГТК за Селяніновим), які відповідали посушливим та дуже посушливим умовам (табл. 1).

#### 1. Оцінка умов зволоження періоду вегетації кукурудзи за ГТК

Місяць	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Багаторічна норма
Травень	0,93	1,02	2,10	0,95
Червень	0,50	0,58	1,37	1,08
Липень	0,38	0,71	0,10	0,81
Серпень	1,34	0,44	0,25	0,72
Вересень	0,65	1,88	1,51	0,86
Травень – вересень	0,75	0,84	1,06	0,88

Дослідженнями встановлено, що врожайність гібридів кукурудзи характеризувалась суттєвою мінливістю залежно від гідротермічних умов періодів вегетації, групи стиглості та густоти стояння рослин. Необхідно зосередити увагу на 2013 р., оскільки того року реалізація потенціалу гібридів була найбільшою – перевищення врожайності порівняно з 2012 і 2014 рр. становило 1,5–5,0 разів, що пояснюється сприятливими умовами зволоження у період цвітіння та запилення рослин.

Так, у середньому за 2012–2014 рр. найбільш урожайним був ранньостиглий гібрид Почаївський 190 МВ за передзбиральної густоти стояння 60 тис. рослин/га, середньоранній Яровець 243 МВ – 50 тис. рослин/га, середньостиглий Красилів 327 МВ – 60 тис. рослин/га, середньопізній Бистриця 400 МВ – 50 тис. рослин/га (табл. 2). Однак для оптимізації густоти рослин з урахуванням особливостей біотипу кожного гібрида потрібен глибокий аналіз даних варіювання врожайності в умовах кожного окремо взятого року досліджень. Так, ранньостиглий гібрид Почаївський 190 МВ відзначався суттєвим підвищенням значень цього показника при збільшенні густоти стеблостою від мінімальної (40 тис. рослин/га) до найбільшої (70 тис. рослин/га) лише у 2013 р., а в 2012 та 2014 рр. його врожайність зменшувалася при загущенні посівів. Проте статистично достовірним її зниження у 2012 р. можна вважати, починаючи з рівня загущення 60 тис. рослин/га, а в 2014 р. отримані дані були у межах похибки досліді по всіх градаціях густоти стояння (40–70 тис. рослин/га).

Гібрид Яровець 243 МВ у 2012 і 2014 рр. істотно (на 8–25 %) знижував врожайність на ділянках з найвищим рівнем загущення посівів (70 тис. рослин/га) порівняно зі зрідженими посівами (40 тис. рослин/га). У 2013 р. врожайність цього гібрида суттєво зростала в

напряму від мінімального до найбільшого загущення, а в 2014 р. встановлено достовірне підвищення її показників при збільшенні густоти від 40 до 50 тис. рослин/га. У 2012 р. за густоти 40–50 тис. рослин/га урожайність даного гібрида утримувалась на одному рівні (2,44–2,45 т/га).

Для гібрида Красилів 327 МВ істотний приріст врожайності (1,03 т/га) за найбільшого загущення посівів (60 тис. рослин/га) порівняно з густотою 30 тис. рослин/га мав місце лише в 2013 р. У гостропосушливому 2012 р. найвища врожайність гібрида була на ділянках з мінімальною густотою – 30 тис. рослин/га. Загущення посівів призводило до зниження рівня врожаю. Але, якщо при густоті 40 тис. рослин/га врожай зменшувався несуттєво, то за густоти 50–60 тис. рослин/га в середньому він становив 26 %. У 2014 р. статистично доведене підвищення врожайності гібрида простежувалося за густоти стояння 50–60 тис. рослин/га (3,17–2,95 т/га).

## 2. Врожайність гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, т/га

Гібрид	Густота стояння, тис. рослин/га	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє
Почаївський 190 МВ	40	2,61	5,41	3,21	3,74
	50	2,49	5,75	3,14	3,79
	60	2,26	6,12	3,06	3,81
	70	1,99	6,18	2,94	3,70
Яровець 243 МВ	40	2,45	4,65	3,03	3,38
	50	2,44	5,06	3,33	3,61
	60	1,80	5,32	3,30	3,47
	70	1,57	5,61	2,91	3,36
Красилів 327 МВ	30	3,10	6,24	2,57	3,97
	40	3,03	6,46	2,81	4,10
	50	2,33	6,73	3,17	4,08
	60	2,28	7,27	2,95	4,17
Бистриця 400 МВ	30	2,06	5,42	2,83	3,44
	40	1,81	5,61	2,88	3,43
	50	1,56	5,97	2,86	3,46
	60	1,23	6,10	2,81	3,38
НІР <sub>05</sub> , т/га для:					
гібридів		0,25	0,37	0,27	
густоти		0,25	0,37	0,27	
взаємодії		0,50	0,74	0,54	

Від посухи 2012 р. найбільше потерпав гібрид Бистриця 400 МВ – зниження врожаю досягало 12–40 % за найбільшого загущення посівів порівняно з густотою 30 тис. рослин/га. У більш сприятливому 2013 р. спостерігалась протилежна залежність – найвищий врожай зерна (6,10 т/га) був одержаний при густоті 60 тис. рослин/га. Посушливі умови 2014 р. також обмежували врожайність гібрида залежно від густоти стояння рослин, її показники коливались від 2,81 до 2,88 т/га.

Отже, на основі порівняльного аналізу даних врожайності гібридів за три роки досліджень встановлено, що для гібридів Почаївський 190 МВ та Яровець 243 МВ оптимальною передзбиральною густотою стояння є 50 тис., а Красилів 327 МВ та Бистриця 400 МВ – 40 та 30 тис. рослин/га відповідно.

При вирощуванні кукурудзи важливе значення має отримання зерна з високою поживною цінністю, що насамперед визначається вмістом мінеральних елементів, протеїну, крохмалю тощо. Кукурудза як високопродуктивна культура досить вимоглива до забезпеченості ґрунту поживними речовинами, а хімічний склад основної і побічної продукції характеризує умови її живлення впродовж активної вегетації та формування врожаю. Аналіз результатів хімічного складу зерна свідчить про значне коливання вмісту

основних елементів живлення за роками досліджень, що є проявом індивідуальної реакції біотипів кукурудзи на густоту стояння рослин за контрастності елементів погоди.

Необхідно відзначити загальні закономірності змін елементного складу зерна гібридів кукурудзи в межах груп стиглості (табл. 3). Так, щодо вмісту загального азоту, то простежувалася чітка тенденція до його підвищення в напрямку від ранньостиглої форми до середньо-пізньої: 1,49–1,51–1,54–1,58 %. Аналогічно змінювався і вміст калію за більш тривалої вегетації рослин (від ранньостиглого до середньостиглого біотипу): 0,42–0,44–0,47 %. Кількісні коливання фосфору в зерні були менш виразними (0,45–0,48 %).

### **3. Вміст основних елементів живлення в зерні гібридів кукурудзи різних груп стиглості, % (середнє за 2012–2014 рр.)**

Гібрид	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Почайівський 190 МВ	1,49	0,45	0,42
Яровець 243 МВ	1,51	0,48	0,44
Красилів 327 МВ	1,54	0,46	0,47
Бистриця 400 МВ	1,58	0,46	0,42

Досить суттєво хімічний склад зерна варіював залежно від гідротермічного режиму років досліджень і рівня продуктивності гібридів кукурудзи. Це особливо чітко простежувалося з огляду на вміст загального азоту – відхилення показників від середніх значень становило 9–17 відносних відсотків. Так, мінімальні показники вмісту N (1,23–1,39 %) були у 2013 р. за найбільшого рівня продуктивності гібридів (4,65–7,27 т/га). При формуванні низької врожайності в посушливих умовах (2012, 2014 рр.) вміст елемента підвищувався до позначок 1,45–1,80 %. Такі відхилення у концентрації азоту в зерні пояснюються явищем «ростового розбавлення».

Також мало місце значне коливання вмісту загального фосфору. Якщо у середньому за 2012–2013 рр. концентрація P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в зерні гібридів кукурудзи була близькою (0,53–0,57 %), то у 2014 р. спостерігалось її зниження в 1,6–2,0 рази – до рівня 0,29–0,34 %. Можна припустити, що сильна посуха в другій половині вегетації рослин (ГТК 0,10–0,25) прискорила досягання зерна, тому процес реутилізації фосфору пройшов лише частково і значна його частина залишилась у вегетативній масі рослин невикористаною.

Порівняно з азотом і фосфором вміст калію в зерні кукурудзи в межах біотипів зазнавав менших змін – відхилення від середніх значень становило 5–13 %.

Певні відмінності хімічного складу зерна кукурудзи спостерігалися залежно від густоти стояння рослин (табл. 4). Характерною особливістю для гібридів було зниження вмісту основних елементів живлення при загущенні посівів, однак залежно від групи стиглості реакція рослин дещо відрізнялася. Так, при збільшенні кількості рослин ранньостиглого і середньораннього гібридів на одиниці площі вміст азоту зазнавав менших змін (1,51–1,54 та 1,47–1,48 % відповідно). Реакція середньостиглого і середньо-пізнього біотипів була більш виразною – 1,58–1,63 та 1,50–1,52 %, або було зниження кількості елемента на 0,08–0,11 %.

Досить чітко ця тенденція проявлялась і щодо вмісту фосфору, незалежно від групи стиглості гібридів. У середньому за 2012–2014 рр. за найбільшої густоти стояння (70 і 60 тис. рослин/га) його значення знижувались на 15–22 % (від 0,50–0,54 до 0,42–0,46 %).

Загущення посівів ранньостиглого, середньораннього і середньостиглого гібридів суттєво не позначилось на концентрації калію в зерні і його вміст коливався у близьких межах: відповідно 0,41–0,43; 0,43–0,46; 0,46–0,48 %. В той же час для середньо-пізнього біотипу Бистриця 400 МВ відмічена тенденція до зниження його вмісту від 0,46 до 0,38 %.

Аналіз результатів вивчення впливу загущення посівів кукурудзи різних груп стиглості на показники якості зерна (протеїн, крохмаль, жир, клітковина) дозволяє констатувати, що їхні значення були в межах генетично зумовлених параметрів для культури. Зазначимо, що середній вміст протеїну в зерні ранньостиглого та середньораннього гібридів становив

9,5 %, а в більш пізньостиглих форм – 9,7–9,9 %. Реакція гібридів на загушення була типовою – при збільшенні кількості рослин на одиниці площі простежувалося деяке зниження його вмісту – на 0,3–0,6 %. Менш виразне його зменшення було характерне для гібридів Почаївський 190 МВ (від 9,6 до 9,3 %) та Красилів 327 МВ (від 9,9 до 9,6 %), а більш чітко – для біотипів Яровець 243 МВ (від 9,8 до 9,3 %) та Бистриця 400 МВ (від 10,2 до 9,6 %). Також встановлено суттєві відхилення білковості зерна за роками досліджень під впливом погодних умов. Найбільший вміст протеїну (10,3–11,4 %) встановлено у 2014 р., оскільки в другій половині вегетації гібридів кукурудзи мала місце сильна посуха, як результат – низька їх продуктивність. У більш сприятливому за зволоженням 2013 р. кількість протеїну становила 7,5–9,2 %, або на 2,2–2,8 % нижче. У ці роки досить чітко (на 0,8–1,0 %) простежувалася тенденція до підвищення вмісту протеїну в зерні всіх гібридів кукурудзи у напрямку від ранньостиглої форми до середньопізньої.

**4. Хімічний склад та якість зерна гібридів кукурудзи залежно від густоти стояння рослин, % (середнє за 2012–2014 рр.)**

Гібрид	Густота стояння, тис. рослин/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Протеїн	Крохмаль	Жир	Клітковина
Почаївський 190 МВ	40	1,51	0,54	0,42	9,6	70,8	3,1	2,3
	50	1,51	0,47	0,43	9,5	70,8	3,1	2,3
	60	1,48	0,46	0,43	9,4	70,9	3,1	2,3
	70	1,47	0,42	0,41	9,3	71,1	3,0	2,3
Яровець 243 МВ	40	1,54	0,54	0,46	9,8	70,4	3,0	2,4
	50	1,48	0,47	0,45	9,5	70,6	3,0	2,3
	60	1,51	0,46	0,43	9,4	70,5	3,0	2,4
	70	1,49	0,46	0,43	9,3	70,8	3,0	2,3
Красилів 327 МВ	30	1,58	0,50	0,48	9,9	70,4	3,1	2,3
	40	1,52	0,47	0,50	9,7	70,2	3,1	2,3
	50	1,54	0,46	0,48	9,7	70,2	3,1	2,3
	60	1,50	0,42	0,46	9,6	70,0	3,1	2,2
Бистриця 400 МВ	30	1,63	0,54	0,46	10,2	69,4	3,1	2,3
	40	1,60	0,47	0,39	10,0	69,8	3,1	2,3
	50	1,57	0,42	0,39	9,8	69,7	3,1	2,3
	60	1,52	0,42	0,38	9,6	69,8	3,0	2,3

Щодо вмісту крохмалю в зерні кукурудзи, виявлено дещо меншу мінливість його показників порівняно з протеїном. У середньому за 2012–2014 рр. кількісні значення крохмалю незалежно від густоти стояння рослин були близькими: Почаївський 190 МВ – 70,6–71,1 %, Яровець 243 МВ – 70,4–70,8 %, Красилів 327 МВ – 70,0–70,4 %, Бистриця 400 МВ – 69,4–69,8 %. Також виявлено тенденцію до деякого зниження (на 1,2 %) вмісту крохмалю у зерні середньопізнього гібрида порівняно з ранньостиглим. У даному випадку це пояснюється існуванням зворотної залежності між вмістом протеїну та крохмалю. Досить чітко вона проявлялась в окремі роки досліджень. Якщо у 2013 р. простежити за динамікою вмісту білка в зерні у межах груп стиглості гібридів, у середньому за градаціями густоти (8,0–8,0–8,9–9,0 %), то концентрація крохмалю становила 72,3–71,3–71,1–70,8 %, а в 2014 р. – відповідно 10,4–10,5–11,0–11,2 та 70,8–70,3–69,1–68,2 %.

Вміст жиру та клітковини в зерні гібридів кукурудзи незалежно від групи стиглості та густоти стояння рослин практично не змінювався. Жиру в зерні біотипів було 3,0–3,1 %, а клітковини – 2,2–2,4 %.

**Висновки**

1. Оптимальною передзбиральною густиною для гібридів Почаївський 190 МВ та Яровець 243 МВ є 50 тис. рослин/га, Красилів 327 МВ – 40 тис., Бистриця 400 МВ – 30 тис. рослин/га.
2. Посушливі явища у період цвітіння – запилення рослин обмежували реалізацію

генетичного потенціалу продуктивності гібридів. За відносно сприятливих умов зволоження 2013 р. гібриди кукурудзи позитивно реагували на загущення посівів. Врожайність зерна достовірно підвищувалася у ранньостиглих і середньоранніх біотипів за густоти стояння 60–70 тис. рослин/га, а в середньостиглих і середньопізніх – 50–60 тис. рослин/га порівняно зі зрідженими посівами (40–30 тис. рослин/га). В посушливих умовах 2012 та 2014 рр. за найбільшої густоти (70–60 тис. рослин/га) спостерігалось зниження рівня урожаю на 15–18 %. Дана закономірність меншою мірою проявлялась щодо врожайності середньостиглого гібрида Красилів 327 МВ порівняно з іншими біотипами.

3. Показники елементного складу і якості зерна варіювали у межах генетично зумовлених параметрів для культури. Для більш пізньостиглих гібридів кукурудзи була характерна тенденція до підвищення вмісту в зерні азоту і калію. Середньостиглий та середньопізній гібриди також відзначалися дещо більшим вмістом протеїну. Коливання вмісту фосфору проявлялося меншою мірою. При збільшенні густоти стояння рослин на одиниці площі простежувалася тенденція до зниження його показників на 0,3–0,6 %. Вміст крохмалю, жиру та клітковини змінювався слабо.

### Бібліографічний список

1. Циков В. С. Кукуруза: технологія, гібриди, семена / В. С. Циков. – Днепропетровск: Зоря, 2003. – 296: с. ил.
2. Якунін О. П. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від умов вирощування / О. П. Якунін, М. В. Котченко // Вісн. Дніпропетровського держ. аграр. ун-ту. – Дніпропетровськ, 2007. – № 2. – С. 13–16.
3. Тарасов О. В. Кукуруза в Степу України / О. В. Тарасов, В. С. Кочетков, В. Ф. Малихіна. – Донецьк: Донбас, 1974. – 124 с.
4. Рекомендації по виробництву зерна кукурудзи за інтенсивною технологією / М. В. Зубець, Е. М. Лебідь, Б. В. Дзюбецький [та ін.]. – К., 1999. – 11 с.
5. Циков В. С. Интенсивная технология возделывания кукурузы / В. С. Циков, Л. А. Матюха. – М.: Агропромиздат, 1989. – 245 с.
6. Пащенко Ю. М. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи: [монографія] / Ю. М. Пащенко, В. М. Борисов, О. Ю. Шишкіна. – Дніпропетровськ: АРТ-ПРЕС, 2009. – 224 с. + вкл.
7. Особливості ґрунтово-кліматичних умов північного Степу та урожайність зернових культур / Є. М. Лебідь, В. Ю. Коваленко, В. І. Чабан [та ін.] // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва. – 2005. – № 26–27. – С. 188–193.
8. Чабан В. І. Вміст хімічних елементів в рослинах кукурудзи та оцінка мінерального живлення / В. І. Чабан, С. П. Клявзо, О. Ю. Подобед // Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степової зони НААН України. – Дніпропетровськ, 2014. – № 7. – С. 16–21.
9. Методика проведення польових дослідів з кукурудзою / Є. М. Лебідь, В. С. Циков, Ю. М. Пащенко [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2008. – 27 с.
10. Методические указания по проведению агрохимических анализов почв и растений. – Днепропетровск, 1978. – 57 с.