

УДК 631.51: 631.816.11: 631.543.2: 635.67: 631.674.6

Лиховид П., аспірант (ДВНЗ «Херсонський ДАУ»), Лавренко С., канд. с.-г. наук, доцент (ДВНЗ «Херсонський ДАУ»), Негуляєва Н., канд. с.-г. наук, (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Вплив обробітку ґрунту, мінеральних добрив і густоти стояння рослин на врожайність силосної маси кукурудзи цукрової за краплинного зрошення

Стаття містить результати трирічних досліджень, присвячених вивченню силосної продуктивності кукурудзи цукрової в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України за краплинного зрошення. Встановлено, що полицева оранка на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою N120P120, формування густоти стояння рослин 65 тис/га дозволяють одержувати 42,25 т/га силосної маси культури. Збільшення густоти стояння рослин до 80 тис/га та глибини оранки до 28-30 см призводило до істотного зниження врожайності силосної маси кукурудзи цукрової. За результатами кореляційно-регресійного аналізу врожайності силосної маси культури розроблено регресійну модель її прогнозування.

Ключові слова: кукурудза цукрова, силосна маса, обробіток ґрунту, мінеральні добрива, густина стояння рослин, краплинне зрошення, регресійна модель урожайності.

Постановка проблеми. Забезпечення тваринництва високоякісними кормами рослинного походження – одне з важливих завдань аграрної науки сьо-

годення, оскільки саме зелені та соковиті корми складають значну частку раціону жуйних тварин, великої рогатої худоби і мають повністю забезпечувати їхню

© Лиховид П., Лавренко С., Негуляєва Н. 2017

потребу в поживних і мінеральних речовинах, вітамінах, мікроелементах тощо. Тож пошук шляхів поліпшення кормової бази є передумовою одержання якісної тваринницької продукції.

Кукурудза цукрова, перш за все, відома широкому загалу як цінна овочева культура, яка має високу харчову та дієтично-лікувальну цінність. Проте після збирання врожаю основної продукції на полі залишається невикористаною значна біологічна маса – нетоварні качани та вегетативна маса рослин. Цей факт визначає можливість більш повного циклу використання кукурудзи цукрової, зокрема як кормової культури, яка завдяки підвищеному вмісту цукрів у зернівках і вегетативній масі може бути використана для приготування високоякісного силосу, або як компонент-поліпшувач для приготування силосу з інших кормових культур.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Можливість використання вегетативної маси рослин кукурудзи цукрової у приготуванні силосу високої якості була відзначена ще за радянських часів у 70-х роках ХХ ст. [1]. Сучасними дослідженнями хімічного складу зеленої маси культури встановлено, що у фазі молочного-воскової стиглості зерна вона містить 9,6% сирого протеїну, а силосну продуктивність оцінено в 10 т/га сухої речовини [2]. Високий вміст цукрів у зернівках кукурудзи цукрової сприяє поліпшенню процесу силосування та підвищенню якості силосу, тому доцільним є вивчення ефективності вирощування сортів і гібридів культури типу su на кормові потреби, оскільки вже доведено високу поживність силосу, одержуваного з кукурудзи цукрової [3].

Враховуючи перспективність використання кукурудзи цукрової у кормовому напрямі як самостійної культури або компонента-поліпшувача під час приготування силосу, необхідним є дослідження потенційно можливої врожайності її силосної маси залежно від реалізації агротехнічних факторів виробництва в конкретних ґрунтово-екологічних умовах вирощування.

Постановка завдання. Метою досліджень було встановлення врожайності силосної маси кукурудзи цукрової в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України за краплинного зрошення залежно від реалізації агротехнічних факторів, а саме: глибини полицевого обробітку ґрунту, дози внесення мінеральних добрив, густоти стояння рослин культури.

Польові досліді було закладено та проведено на зрошуваних землях СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області впродовж 2014-2016 рр. відповідно до стандартів методики дослідної справи в агрономії. Схема досліді:

Фактор А – глибина основного обробітку ґрунту:

- полицева оранка на глибину 20-22 см;
- полицева оранка на глибину 28-30 см.

Фактор В – фон живлення:

- без добрив;
- $N_{60}P_{60}$;
- $N_{120}P_{120}$.

Фактор С – загущення рослин, тис/га:

- 35;
- 50;
- 65;

- 80.

Повторність досліді чотириразова. Дослідна ділянка мала загальну площу 54 м², облікову – 30 м². Розташування варіантів здійснювали методом рендомізованих розщеплених блоків. Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової встановлювали на початку фази молочного-воскової стиглості зерна суцільним методом у чотириразовій повторності [4, 5].

Агротехніка вирощування кукурудзи цукрової базувалася на загальних рекомендаціях для зрошуваних умов Степу України. Після збирання попередника (пшениця озима на зерно) виконували лущення стерні на глибину 10-12 см. Під основний обробіток ґрунту сівалкою СЗ-3,6 вносили мінеральні добрива відповідно до схеми досліді. Основний обробіток ґрунту виконували на глибину 20-22 і 28-30 см відповідно до схеми досліді. У ранньовесняний період проводили боронування. До сівби проводили дві культивачі на глибину 8-10 та 5-6 см. Під передпосівну культивачію вносили гербіцид Харнес нормою 2,0 л/га. Сівба кукурудзи цукрової виконувалася сівалкою УПС-8 з міжряддям 70 см на глибину 5-6 см. Норму висіву насіння встановлювали відповідно до схеми досліді, кінцеву густоту стояння рослин формували у фазу 3-5 листків культури. Догляд за посівами полягав у хімічному захисті від шкідників і контролі бур'янистості рослинності. Проводили обприскування посівів інсектицидом Карате Зеон нормою 0,2 л/га у фазу 3-5 листків культури, гербіцидом Майстер Пауер у фазі 7-8 листків нормою 1,25 л/га, інсектицидом Кораген нормою 0,1 л/га на початку викидання волоті. Передполивну вологість в активному шарі ґрунту (0-30 см до фази 7-8 листків та 0-50 см протягом решти періоду вегетації культури) підтримували на рівні 80% НВ проведенням поливів через систему краплинного зрошення. У 2014 році провели 10 поливів по 50 м³/га до фази 7-8 листків і 12 поливів по 100 м³/га до збирання врожаю культури, в 2015 році — 6 і 9, а в 2016 — 8 і 12 поливів, відповідно. У середньому за роки досліджень зрошувальна норма склала 1500 м³/га.

Результати досліджень. Результатами досліджень встановлено, що на початку молочного-воскової стиглості зерна кукурудзи цукрової можливо одержувати 42,25 т/га силосної маси культури за полицевої оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{120}$, формування густоти стояння рослин 65 тис/га. Мінімальна врожайність силосної маси склала 11,86 т/га за оранки на 20-22 см, без внесення мінеральних добрив і за густоти стояння рослин 35 тис/га (табл. 1).

Аналіз урожайності силосної маси кукурудзи цукрової дозволив встановити такі закономірності формування продуктивності культури:

1) Усі досліджувані елементи технології вирощування кукурудзи цукрової суттєво впливали на врожайність силосної маси культури, що знайшло підтвердження у величинах HP_{05} .

2) Збільшення глибини полицевої оранки до 28-30 см є ефективним на варіантах без внесення мінеральних добрив: у середньому, прибавка врожаю від поглибленого обробітку ґрунту становила 16,6%. За внесення мінеральних добрив полицева оранка на

глибину 28-30 см суттєво знижувала врожайність силосної маси культури.

3) Мінеральні добрива – основний фактор, який визначає кормову продуктивність кукурудзи цукрової за краплинного зрошення. Урожайність силосної маси культури за внесення мінеральних добрив дозою $N_{120}P_{120}$ зростала в 2,2 рази порівняно з неудобреними варіантами.

4) Загущення рослин кукурудзи цукрової від 35 до 65 тис/га суттєво (в 1,4 рази) підвищує, а від 65 до 80 тис/га – знижує врожайність силосної маси культури на 2,6%. Отже, оптимальна густота стояння рослин кукурудзи цукрової становить 65 тис/га.

5) Результатами дисперсійного аналізу врожайних даних встановлено частку участі факторів у формуванні врожайності силосної маси кукурудзи цукрової. Максимальна частка впливу (76%) належала мінеральним добривам, мінімальна (3%) – глибині полицевої оранки. Частка впливу густоти стояння рослин становила 13%.

Таблиця 1 – Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової, т/га (середнє за 2014-2016 рр.)

Глибина полицевої оранки, см (фактор А)	Густота стояння рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	$N_{60}P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	35	11,86	22,89	29,56	26,17
	50	13,68	26,94	34,81	
	65	15,25	31,00	42,25	
	80	15,19	30,43	40,15	
28-30	35	13,53	19,03	23,42	23,08
	50	15,51	22,94	28,31	
	65	18,17	26,65	32,98	
	80	18,09	26,19	32,12	
Середнє за фактором В		15,16	25,76	32,95	
Середнє за фактором С		20,05	23,70	27,72	27,03

Примітка. NP_{05} : за фактором А – 0,20 т/га; за фактором В – 0,13; за фактором С – 0,22; для комплексної дії факторів АВС – 0,57 т/га.

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарської науки та інформаційних технологій відбувається стрімке залучення останніх у сферу перших, зокрема з метою моделювання та прогнозування перебігу тих чи інших процесів, явищ, продуктивності сільськогосподарських культур тощо [4]. За допомогою методів математичної статистики було побудовано регресійну модель урожайності силосної маси кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних елементів технології її вирощування. Регресійна модель являє собою рівняння у вигляді лінійної функції, за яким проводять розрахунок ймовірного рівня врожайності культури за різної реалізації досліджуваних факторів. Результати кореляційно-регресійного аналізу впливу глибини полицевої оранки, мінеральних добрив і густоти стояння рослин на врожайність силосної маси кукурудзи цукрової наведено нижче (табл. 2, 3).

Таблиця 2 – Результати кореляційного та регресійного аналізів даних урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки (середнє за 2014-2016 рр.)

До якого X_i відносяться дані	R – множинний і парні коефіцієнти кореляції	D – загальний і частковий коефіцієнти детермінації	b_0, b_i – коефіцієнти регресії	$t_{\text{факт}}$	t_{05}
$X_1X_2X_3$	0,891	0,793	15,428	3,512	2,013
X_1	-0,184	0,034	-0,386	1,187	
X_2	0,864	0,746	0,148	68,332	
X_3	0,332	0,110	0,166	9,000	

Примітка. X_1 – глибина оранки, см; X_2 – фон живлення, кг/га; X_3 – загущення рослин, тис/га.

Таблиця 3 – Результати кореляційного аналізу множинних зв'язків урожайності силосної маси кукурудзи цукрової (середнє за 2014-2016 рр.)

До якого X_i відносяться дані	Коефіцієнти кореляції r	Коефіцієнти детермінації d
X_1X_2	0,781	0,610
X_1X_3	0,144	0,021
X_2X_3	0,857	0,734

Розраховані коефіцієнти регресії свідчать, що збільшення глибини полицевої оранки на 1 см веде до зниження врожайності силосної маси кукурудзи цукрової на 386 кг/га; збільшення дози мінеральних добрив на 1 кг/га за дією речовиною веде до збільшення врожайності силосної маси культури на 148 кг/га, а збільшення густоти стояння рослин на 1 тис./га – до зростання врожайності на 166 кг/га тощо.

Згідно з отриманими величинами коефіцієнтів регресії та вільного члена було складено лінійну регресійну модель урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від досліджуваних факторів:

$$Y = 15,428 - 0,386X_1 + 0,148X_2 + 0,166X_3 \quad (R^2 = 0,793),$$

де Y – урожайність силосної маси кукурудзи цукрової, т/га; X_1 – глибина оранки, см; X_2 – доза внесення мінеральних добрив, кг/га; X_3 – густота стояння рослин культури, тис/га.

Графічна перевірка моделі врожайності силосної маси кукурудзи цукрової вказує на її високу точність (рис. 1).



Рис. 1 – Графічна перевірка розробленої регресійної моделі врожайності силосної маси кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів

Втім, лінійна модель недостатньо точно відображає закономірності перебігу природних процесів, які є нелінійними. Отже, більш доцільним є використання експоненційної моделі врожайності, що виражається таким рівнянням:

$$Y = 13,547e^{0,043X} \quad (R^2 = 0,71),$$

де e – основа натурального логарифма; X – незалежна факторіальна змінна.

Висновки. Залучення кукурудзи цукрової у кормовиробництво буде сприяти кращому вирішенню проблеми забезпечення великої рогатої худоби та овець високоякісними консервованими кормами. Вирощуючи культуру в ґрунтово-екологічних умовах зони Сухого Степу України за краплинного зрошення, для одержання максимальної врожайності силосної маси слід виконувати полицеву оранку на глибину 20-22 см, вносити мінеральні добрива дозою $N_{120}P_{120}$, формувати густоту стояння рослин 65 тис/га. Розроблена регресійна модель урожайності силосної маси кукурудзи цукрової з високою точністю прогнозує кормову продуктивність культури залежно від реалізації досліджуваних агротехнічних факторів в умовах господарства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шмараев, Г. Е. Сахарная кукуруза / Г. Е. Шмараев. – Л.: Колос, 1970. – 52 с
2. Yakob, M. A. Nutritive evaluation of sweet-corn stover silage for growing lambs / M. A. Yakob, A. R. Alimon, A. Hilmi // Towards more efficient, effective and minimal production strategies. Proceedings 15th Malaysian Society of Animal Production Conference. – 1992. – P. 203–206
3. Idikut L. Potential nutritive value of sweet corn as a silage crop with or without corn ear / L. Idikut, B. A. Arikan, M. Kaplan, I. Guven, A. I. Atalay, A. Kamalak // Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2009. – 8(4). – P. 734–741.

4. Ушкаренко В. О. Методика польового дослід (Зрошуване землеробство): Навчальний посібник / В. О. Ушкаренко, Р. А. Вожегова, С. П. Голобородько, С. В. Коковіхін. – Херсон: Грін Д. С., 2014. – 448 с.

5. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / [ред. Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко]. – Харків: Основа, 2001. – 366 с.

Аннотация. Статья содержит результаты трехлетних исследований, посвященных изучению силосной продуктивности кукурузы сахарной в условиях почвенно-экологической зоны Сухой Степи Украины при капельном орошении. Установлено, что отвальная вспашка на глубину 20-22 см, внесение минеральных удобрений дозой $N_{120}P_{120}$, формирование густоты стояния растений 65 тыс/га позволяют получать 42,25 т/га силосной массы культуры. Увеличение густоты стояния растений до 80 тыс/га и глубины вспашки до 28-30 см приводило к существенному снижению урожайности силосной массы кукурузы сахарной. По результатам корреляционно-регрессионного анализа урожайности силосной массы культуры разработана регрессионная модель ее прогнозирования.

Summary. The article contains the results of three-year investigations, dedicated to study of silage productivity of sweet corn in the conditions of soil-ecological zone of the Dry Steppe of Ukraine at drip irrigation. It was established, that moldboard plowing on depth of 20-22 cm, application of mineral fertilizers in doze of $N_{120}P_{120}$, formation of plant density 65 thousands/ha allow to get 42,25 t/ha of the crop silage mass. Increase of plant density to 80 thousands/ha and plowing depth to 28-30 cm led to significant decrease of sweet corn silage mass crop. By the results of correlation-regression analysis of the silage mass crop the regression model of its prediction was designed.

Стаття надійшла до редакції 28 вересня 2017 р.