

УДК 631.153.7:631.16

Шустік Л., канд. техн. наук, Нілова Н., ст. наук. співроб., Степченко С., ст. наук. співроб., Тихоненко О., ст. наук. співроб., (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Ефективність застосування смугового обробітку ґрунту (Strip-till) при вирощуванні кукурудзи

У статті розглянуті питання перспективи технології смугового обробітку ґрунту (Strip-till) порівняно з традиційним при вирощуванні кукурудзи в ґрунтово-кліматичній зоні Лісостепу України. Акцентовано увагу на ефективності смугового обробітку для накопичення та збереження вологи ґрунту. Показано, що смуговий обробіток є енергоощадним агротехнічним прийомом. Застосування такої технології обробітку ґрунту забезпечили вищу на 16-18,5 % урожайність зерна кукурудзи порівняно з оранкою.

Ключові слова: смуговий обробіток, вологозбереження, ґрунт, фази розвитку, агротехнічні заходи, ерозійні процеси, продуктивність, затрати праці, економічна ефективність.

Суть проблеми. Аграрна галузь стає все вразливішою до зміни клімату: тривалої посухи, екстремально високих температур, нерівномірного та короткочасного надходження вологи у вигляді злив з подальшими посушливими періодами. Стресові чинники особливо негативно впливають на просапні культури (соняшник, кукурудзу та ін.), які на початку вегетації не можуть протистояти руйнівній дії злив та суховіїв і потребують проведення заходів щодо збереження вологи та вирівняної динаміки їх надходження. Тому пошук і впровадження інноваційних технологій, які б забезпечили підвищення ефективності виробництва рослинницької продукції, є надзвичайно актуальним. За дефіциту опадів необхідно адаптувати технології обробітку ґрунту під просапні культури в напрямку максимального вологозбереження та вологонакопичення, що дасть можливість отримувати стабільні врожаї та знижувати собівартість продукції.

Мета. Метою досліджень було визначити вплив смугового способу обробітку ґрунту на накопичення та збереження вологи в критичних фазах органогенезу кукурудзи порівняно з традиційним обробітком, визначити приріст біологічної урожайності, здійснити економічне оцінювання досліджуваних варіантів обробітку ґрунту.

Результати досліджень. Смуговий обробіток ґрунту запроваджений на експериментальному полігоні УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого загальною площею близько 21 га. Одночасно з перевіркою ефективності

смугового обробітку досліджувались і різні способи сівби, для чого була виділена дослідна ділянка, сівба кукурудзи на якій здійснювалась пунктирним та шаховим способами. Тому порівняльне оцінювання ефективності агротехнічних прийомів (спосіб обробітку ґрунту/спосіб сівби) проводилось на трьох варіантах: 1) смуговий/пунктирний; 2) смуговий/шаховий; 3) оранка/пунктирний – Контроль.

Слід відмітити, що технологічні операції системи Strip-till можуть бути розрізненими або суміщеними, коли в часі рознесені процеси формування смуг і сівби. Однак в обох випадках поверхня смуг вкрита рослинними рештками, що вимагає сівалок, дообладнаних блоком очищення смуги, зазвичай, у вигляді зірчастих дисків. Базовими машинами комплексу техніки цієї технології є агрегати для формування смуг та сівалки. На рисунку 1 представлено комплекс машин для смугового обробітку ґрунту та сівби, який використовувався в експерименті.

Кукурудза має певні періоди розвитку, які є критичними за вологозабезпеченням. На графіку (рис. 2) зображено основні етапи органогенезу та виділені критичні фази (КФ).

Загалом у першій половині вегетації кукурудза досить ощадливо використовує ґрунтову вологу, від появи сходів до утворення п'яти листків використовується 7-8 % загального споживання. Брак вологи у період від появи сьомого листка до викидання волотей мало впливає на урожай, але за довшої тривалості

посухи він може знизитися на чверть. Надалі приріст вегетативної маси починає різко збільшуватися, що підвищує вимоги до вологозабезпечення рослин. Якщо у фазі виходу в трубку (11-13-й листок) вологи недостатньо (КФ1), то ріст рослин і формування початків гальмується, а продуктивність знижується [6].



Рис. 1 – Комплекс машин для вирощування культур за смугового обробітку ґрунту: а – агрегат для нарізання смуг с одночасним внесенням мінеральних добрив СТА-4; б – просапна сівалка ВЕГА-8 з висівними секціями, дообладнаними блоком зірочок для роботи в умовах високого вмісту рослинних решток

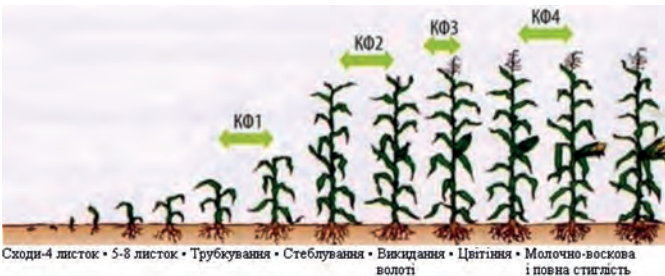


Рис. 2 – Критичні періоди вологозабезпечення кукурудзи за фазами розвитку

Наступна фаза розвитку (викидання волотей, КФ2) може тривати від 7 до 12 діб. У цей період завершується формування пилку, витягуються всі членики суцвіть і триває органогенез жіночих суцвіть. За сприятливих погодних умов через 5-7 діб після виходу волоті з розтрубу верхнього листка вона зацвітає.

Продуктивність роботи листкового апарату досягає максимуму з початком цвітіння і ріст рослини у висоту припиняється. До цього моменту інтенсивність росту і швидкість проходження окремих фенофаз дуже залежать від суми активних температур, кількості опадів до періоду цвітіння чоловічих суцвіть, тривалості світлового дня, густоти посіву тощо.

Показником сприятливості умов вирощування культури є темпи приросту рослин у висоту. У перші 15 діб після появи сходів середньодобовий приріст за оптимальних умов коливається у межах 1,2-2,4 см, у наступні 1-2 тижні дещо знижується, а далі знову поступово зростає, досягаючи максимуму за 7-10 діб до викидання волотей.

Від викидання волотей до молочної стиглості зерна, протягом 30 діб, триває критичний для кукурудзи період щодо вологозабезпечення (КФ3). Значне використання води пов'язане з інтенсивним накопиченням сухих речовин, цвітінням, заплідненням і початком утворення зернівок. Від фази 15 листків до середини молочної стиглості зерна рослина кукурудзи використовує 69-73 % від загального споживання води. Брак води у цей період, особливо у поєднанні з повітряною посухою, спричиняє в'янення рослин, передчасне підсихання листя, зниження активності

фотосинтезу, порушення процесів запліднення і формування зерна, а отже, зниження урожаю.

Далі настає період наливу і досягання зерна (КФ4). У цей період кукурудза потребує менше води. Проте брак води у фазі молочної стиглості призводить до передчасного припинення наливу: верхівки качанів або залишаються неззерненими, або на них формується дрібне зерно. Оптимально вимоги рослин у цей період забезпечуються за 70-80 % вологомісткості шару ґрунту, у якому розміщуються корені.

Важливим нюансом застосування системи Strip-till та відповідних агрегатів є те, що необроблена смуга виступає своєрідним буфером, з якого вода мігрує в оброблену зону, чим забезпечується вологообмін, відновлення і нормалізація життєдіяльності ґрунтової біоти.

Однією з умов застосування смугового обробітку ґрунту є оперування рослинними рештками. Залишена на полі побічна продукція рослинництва (стерня, листя, стебла, соломка тощо), рівномірно розподілена по поверхні, створює шар мульчі, який дозволяє оптимізувати температурний режим, вологість, біологічну активність ґрунту.

У перший період росту й розвитку рослин вирішальне значення мають запаси продуктивної води у верхньому 0-20 см шарі ґрунту. Недостатні запаси води негативно впливають на наростання вегетативної маси і призводять до слабкого використання води з більш глибоких шарів ґрунту в період формування зерна. Щоб оцінити забезпеченість рослин кукурудзи вологою в критичні періоди вегетації, досліджувався рівень запасів продуктивної води та вологість ґрунту в шарі 0-40 см, де зосереджена основна маса коріння (рис. 3, 4).



Рис. 3 – Відбір проб на вологість ґрунту в шарах 0-40 см за смугового обробітку Strip-till: а – необроблена смуга; б – оброблена смуга (критичний період – фаза стеблуння)

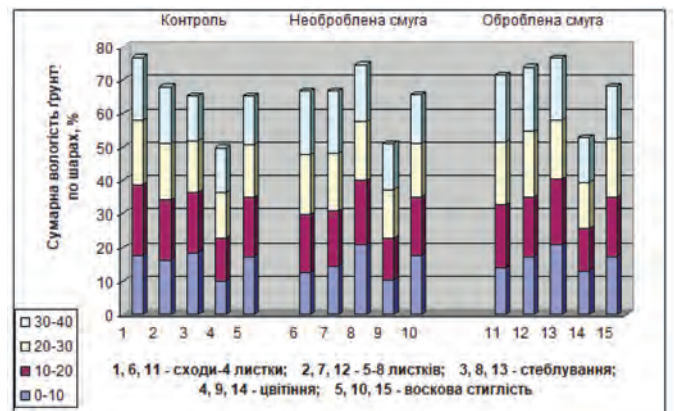


Рис. 4 – Динаміка вологості кореневмісного шару ґрунту 0-40 см за фазами вегетації кукурудзи

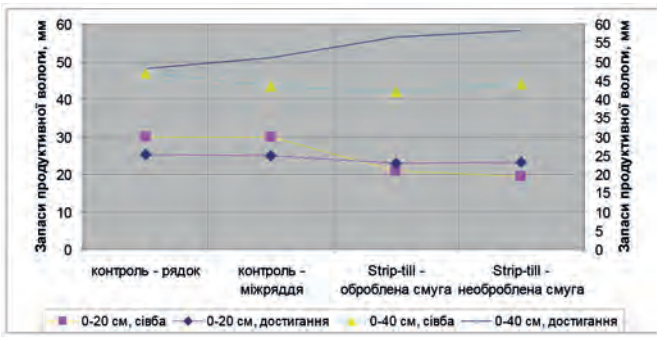


Рис. 5 – Динаміка зміни запасів доступної вологи

Оцінка водного режиму сівозміни проводилась за шкалою відповідності запасів продуктивної вологи в ґрунті під кукурудзою в різні періоди вегетації [4].

На період сівби кукурудзи в шарі 0-20 см на смуговому обробітку (необроблена смуга, рис. 5) запаси доступної вологи становили 19,4 см і поступалися запасам на Контролі, що вплинуло на подальший ріст рослин.

Дані рисунку 5 вказують, що запаси продуктивної вологи у фазі достигання на смуговому обробітку (шар ґрунту 0-40 см) збільшились, порівняно з контролем, на 14-17 %, тобто відбулося накопичення вологи від сівби до збирання майже в 2,5 рази.

Динаміка зміни висоти кукурудзи залежно від вологозабезпечення в різні етапи органогенезу представлена на рисунку 6.



Рис. 6 – Динаміка висоти рослин кукурудзи за фазами росту й розвитку

Дослідження впливу смугового обробітку на продуктивність рослин та біологічну врожайність зерна проводились методом обліку густоти стояння рослин перед збиранням та відбору зразків для визначення структури урожаю (рис. 7).



Рис. 7 – Зернова продуктивність кукурудзи (гібрид EXPH-002)

Результати аналізу елементів структури врожаю і біологічної урожайності (табл. 1) показали, що кращі показники озерненості, маси зерна з одного качана, маси 1000 насінин отримані за смугового обробітку порівняно з оранкою.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика елементів структури біологічної урожайності кукурудзи

Показники	Спосіб обробітку ґрунту / спосіб сівби				
	Смуговий/пунктирний	± % до контролю	Смуговий/шаховий	± % до контролю	Оранка/пунктирний - Контроль
Висота рослин, см	264,3	+6,7	269,5	+8,8	247,7
Висота прикріплення нижнього качана, см	89,3	-0,7	89,5	-0,4	89,9
Кількість качанів на рослині, шт.	1,0	-	1,0	-	1,0
Густота стояння, тис. шт./га	62	-11,4	67	-4,3	70
Маса качана, г	176,3	+19,5	173,8	+17,8	147,5
Довжина качана, см	21,2	+7,1	21,0	+6,1	19,8
Діаметр качана, см	43,3	+4,6	43,1	+4,1	41,4
Кількість рядів зерен в качані, шт.	16	-	16	-	16
Кількість зерен в ряду, шт.	44	+22,2	40	+11,1	36
Маса зерна з качана, г	156,7	+19,7	153,3	+17,1	130,9
Маса 1000 насінин, г	278,0	+3,5	286,2	+6,5	268,7
Вологість зерна, %	17,6	-	17,8	-	21,2
Біологічна урожайність зерна за стандартної вологості, ц/га	121,3	+12,0	122,7	+13,3	108,3
Урожайність зерна за стандартної вологості, ц/га	116,2	+17,1	118,1	+19,0	99,2

Використання смугового обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи дало можливість скоротити на 40 % затрати праці на обробіток ґрунту та сівбу, використовувати на 50 % менше пального порівняно з традиційним способом, а також на 24-29 % скоротити прямі експлуатаційні витрати (табл. 2), що загалом забезпечує суттєве зниження собівартості зерна.

Висновки:

1. Аналіз результатів вирощування кукурудзи дозволяє визнати смуговий обробіток ґрунту як перспективний.

2. Встановлено, що смуговий обробіток ґрунту має перевагу в накопиченні та збереженні вологи в критичних фазах органогенезу кукурудзи порівняно з традиційним обробітком.

3. Урожайність зерна кукурудзи на смуговому обробітку, включаючи пунктирний і шаховий спосіб сівби, на 17,1 % і 19,0 % відповідно вища, порівняно з оранкою.

4. Використання смугового обробітку порівняно з

Таблиця 2 – Техніко-економічні показники смугового обробітку ґрунту з пунктирною та шаховою сівбою кукурудзи

Показник	Одиниця вимірювання	Нова технологія		Контроль
		Обробіток ґрунту Strip-till з одночасним внесенням добрив (пунктирна сівба) МТЗ-1025+СТА-4; МТЗ-892+ВЕГА-8	Обробіток ґрунту Strip-till з одночасним внесенням добрив (шахова сівба) МТЗ-1025+СТА-4; МТЗ-892+ВЕГА-8 з блоком для шахової сівби TWIN ROW	
Затрати праці	люд.-год (%)	1,03 (39 %)	1,05 (38 %)	1,70 (100 %)
Витрати пального	л/га (%)	16,5 (51 %)	17,0 (49 %)	33,6 (100 %)
Прямі експлуатаційні витрати	грн/га	1023	1098	1448
Економічний ефект експлуатаційних витрат порівняно з традиційними	грн/га (%)	425 (29 %)	350 (24 %)	1448 (100 %)
Економія паливо-мастильних матеріалів	л/га (%)	17,1 (51 %)	16,6 (50 %)	33,6 (100 %)

традиційною оранкою суттєво знижує затрати праці (близько 40 %), витрати палива (майже на 50 %), прямі експлуатаційні витрати (на 24-29 %) та загалом прогнозує зниження собівартості зерна.

Література

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень з агрономії: Дія. – 2005. – 288 с.
3. Про збереження та відтворення родючості ґрунтів // Інформаційно-аналітичні матеріали НААН України щодо наукового обґрунтування заходів із збереження та відтворення родючості ґрунтів, вересень 2018.
4. Наукові основи землеробства / І.Д. Примака, І.В. Лотоненко, Ю.П. Манько; За ред. І.Д. Примака. – К.: КВІЦ, 2008. – 192 с.
5. Інтернет-ресурс: Секрети вирощування кукурудзи в Айові, 2018 // Пропозиція. <https://propozitsiya.com/ua/sekrety-vyrashchvaniya-kukuruzy-v-ayove>.
6. Інтернет-ресурс: Агролайфхак: особливості вологозабезпечення кукурудзи, 2017 // Пропозиція. <https://propozitsiya.com/ua/agrolayfhak-osobennosti-vlagoobespecheniya-kukuruzy>.
7. Шустік Л., Громадська В., Мариніна Л., Негуляєва Н., Супрун В. Шляхи реалізації технологій смугового обробітку ґрунту в малих і середніх господарствах // Техніка і технології АПК. – 2017. – № 11. – с.16-20.
8. Шустік Л. Смуговий обробіток ґрунту: вітчизняне машинобудування на старті / Л. Шустік, С. Маринін, Л. Мариніна // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. / Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій

для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого» (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). Випуск 19 (33). – Дослідницьке, 2015. – С.152-158.

Анотація. В статтю розглянуті питання перспективи технології полосової обробки ґрунту (Strip-till) порівняно з традиційною при вирощуванні кукурудзи в ґрунтово-кліматичній зоні Лесостепі України. Акцентовано увагу на ефективності полосової обробки для накоплення і збереження вологи ґрунту. Показано, що полосова обробка є енергозберігаючим агротехнічним прийомом. Використання такої технології забезпечило урожайність зерна кукурудзи на 16-18,5 % вище порівняно з вспашкою.

Summary. The issues of the prospect of Strip-till technology in comparison with the traditional cultivating corn in the soil-climatic zone of the forest-steppe of Ukraine are considered in the article. The emphasis is on the effectiveness of strip processing for the accumulation and conservation of soil moisture. It is shown that strip processing is an energy-saving agricultural technique. Laboratory field studies of such technology have provided grain yield corn at 16-18.5% higher compared to plowing.

Стаття надійшла до редакції 4 лютого 2019 р.