

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЧИСТОТИ ПОСІВНОЇ БОРОЗНИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Зубко Владислав Миколайович

доктор технічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-2426-2772

vladislavzubko@ukr.net

Серед великого різноманіття агрокультур, які вирощуються в полях натепер, значне місце посідає кукурудза. Розповсюдження цієї культури зумовлене заявленими на неї попитом. Тому сьогодні кукурудза стає однією з передових агрокультур, які вирощуються у різних країнах та континентах.

Одним із основних процесів вирощування культур у загальній технології є забезпечення якісної сівби.

Сьогодні все більш розповсюдженими стають технології, які використовують усілякі датчики для контролю проведення сівби та посіву агрокультур.

Одним із основних виробників сучасного обладнання для проведення посіву є Precision Planting та John Deere. У їхньому арсеналі існує певна кількість систем для забезпечення оптимального посіву, основними з яких на сьогодні є:

- сингуляція насіння на висівних апаратах vSet;
- застосування притискачів насіння Keeton;
- застосування мульчувальної плівки;
- застосування системи Clean Sweep;
- швидкісна сівба кукурудзи за допомогою системи Speed Tube;
- застосування системи Delta Force;
- застосування системи vDrive;
- сошники Farrow Jet.

У роботі досліджено ефективність використання системи Clean Sweep при проведенні сівби. Управління пожнивними рештками на сьогоднішній день стало дуже важливою операцією для максимізації прибутковості. Жорсткі стебла та повторний посів кукурудзи по кукурудзі створюють достатньо високу густину рештків. Кількість залишків може впливати на вологість та на швидкість прогрівання ґрунту навесні. Рештки рослин можуть містити захворювання, які завдають ушкодження молодим сходам. Тому очищувачі рядків повинні видалити їх із сім'яложа.

Якщо рештків досить багато, можна посилити тиск на очисники, щоб прибрати сміття. Якщо рештків мало або ґрунт занадто м'який, можна послабити тиск на очищувачі, щоб вони плавали зверху.

При дослідженні використана нова методика аналізу ефективності проведення сівби «Методика прапорців». У результаті проведених досліджень отримано вплив на врожайність рослинних залишків, що залишаються у борозні під час посіву. Проведеними дослідженнями встановлена ефективність використання системи регулювання притискового зусилля розгортачів післяжнивних решток Clean Sweep.

На основі аналізу проведених досліджень, обчислено масу качанів під час збирання врожаю і отримано залежність дружності і рівномірності сходів кукурудзи на зерно на врожайність, на якому показано втрати врожаю внаслідок затримки появи сходів у кожній категорії.

Ключові слова: сівба кукурудзи, якість посіву, рослинні рештки.

DOI <https://doi.org/10.32845/msnau.2021.4.2>

Постановка проблеми у загальному вигляді

Обробка рослинних рештків після проведення збирання врожаю кукурудзи дуже важлива з кількох основних причин. Рослинні рештки є одним із основних джерел органічних добрив, тому не можна залишати їх у полі без належної уваги, аналізу та роботи з ними. Пожнивні рештки на полі можуть бути розподілені нерівномірно, це значно ускладнює наступний обробіток ґрунту, при цьому утворені валки сприяють активному розмноженню шкідників та поширенню хвороб. Активна робота з пожнивними рештками можна проводити з використанням мульчера або штригельної борони [Zosymchuk, 2021].

Важливою відмінністю технологій вирощування є спосіб заробки пожнивних рештків. Вони істотно впливають на досягнення оптимального контакту між ґрунтом

та насінням. Якщо рештків багато, у такому випадку їх потрібно заробляти глибоко, щоб не утворювались перешкоди при сівбі наступної культури, при цьому в той же час створювати якнайсильніше їх подрібнення і перемішування з ґрунтом. Тип залишків, а саме: попередник визначає ступінь швидкості розкладання і наскільки ефективно вони оброблені технікою [Vaderstad, 2021].

У сучасних реаліях України дисбаланс гумусу на наших колись родючих полях є істотно більш негативним. Це з погляду на весь обсяг кількості внесених у поле органічних добрив. При цьому у кращі роки попереднього періоду у практиці на один гектар поля вносили орієнтовно до 10 т органічного добрива різного складу, не покриваючи цим можливостей агрокультур при тих рівнях врожайності рослин. Зараз базовою статтею над-

ходження у ґрунт свіжої органічної складової є поживні рештки агрокультур, які ми вирощуємо. Але за великих обсягів вирощування агрокультур і залишення рештків на полі дуже ускладнюється робота агротехніки в цілому [Makhdi al-Kaisa, 2020].

При цьому слід зауважити, що найбільший вплив вони мають саме на якість проведення сівби. Розглядаючи якість сівби, слід говорити, як раз про контакт ґрунту з насінням. Велика кількість рослинних рештків створює серйозні перешкоди потрапляння до насіння вологи і поживних речовин.

Аналіз основних досліджень і публікацій

Сівалка є однією з найдавніших машин у землеробстві, котру використовують для проведення сівби насіння у середовище. Порівнюючи з раніше існуючим ручним розкидним способом сівби насіння використання сівалки дозволяє зменшити витрату посівного матеріалу на 30%, при цьому досягти економії часу і затрати праці. Також перевагою механізації сівби є забезпечення точної і рівномірної глибини загортання посівного матеріалу, це дозволяє зберегти їх від впливу вітру, знищення шкідниками, гризунами, птахами і в результаті отримати якісні і дружні сходи.

Перше примітивне устаткування у вигляді насіннеповоду, частково допомагало полегшити ручну важку працю і потім стало прообразом посівної машини, використовувалося вавилонянами аж у 1400-х роках до н. е. Досліджуючи археологічні знахідки у Китаї, що датуються приблизно початком 200-х років вже н. е. (Час правління династії Лю, імперії Хань), вчені встановили, що у той же час роботи з сівби проводилися дерев'яною сівалкою з використанням декількох насіннепроводів у вигляді залізних труб. Її автором був чиновник Чжао Го. Експлуатуючи вказану сівалку, можна було посіяти площу у межах 7 га на день. Рушієм в подібних сівалках служили буйволи або воли. Винахід дозволив у Китаї досягти значного підвищення продуктивності у рослинництві і істотно підвищити продуктивність вирощування агрокультур, потрібних для забезпечення їжею великого населення імперії на протязі багатьох тисячоліть.

Селянами Індії посівні машини використовувалися повсюдно уже починаючи з XVI століття, у період існування імперії «Великих Моголів». Так у Європі перша посівна машина, яку, згідно з документами, було винайдено Камілло Торелло, і запатентована у Венеціанському Сенаті вже у 1566 р. Конструкція сівалки була ще досить нестабільною і ненадійною. Пошуки більш досконалих рішень сівалок велися на протязі дуже тривалого часу, і орієнтовно до 1700 року з'явилися досить ефективні і надійні конструкції. У період Британської аграрної революції у Англії, агроном Джетро Талл презентував свою модель сівалки з використанням кінної тяги, за допомогою якої насіння по металевим насіннепроводі, оснащеним нижнім клапаном, потрапляли в землю рівномірно, рівними рядами.

Характерною особливістю створення сівалок є те, що навіть після створення сівалок Талла ручний спосіб сівби насіння залишався в роботі ще не менше століття. Активне використання посівних машин почалося в сере-

дині XIX століття, в час, коли досягли високого рівня розвитку галузі промислові металургія (штампування металу та кування) і машинобудування (верстати, що забезпечували випуск великогабаритних точних металевих деталей). Прогрес у науці і техніці дозволив зробити виробництво посівних машин досконалим і економічно вигідним.

Малогабаритні вузькорядні сівалки, які приводяться в роботу від кінської сили, які в землеробських господарствах переважали до 1930-х років, при запуску у роботу тракторів, замінювались широкорядними посівними машинами з більшою продуктивністю та з більшими габаритами. Робоча ширина захвату сівалки – це один з найважливіших показників її роботи, який вказується у модифікації її маркування. Чим вища ширина захвату смуги, тим більша продуктивність машинного агрегату, тим менше часу витрачається, щоб провести сівбу на такій же площі поля.

Залежно від типу тягової сили, яка приводить посівну машину в рух, існують:

- кінні та ручні сівалки, які вже втратили актуальність у сучасному агровиробництві;
- тракторні, які поділяються на навісні, напівнавісні та причіпні;
- самохідні сівалки.

В аграрному секторі на сьогоднішній день найбільшого поширення здобули тракторні сівалки, які за своїм призначенням можна поділити на:

- **універсальні**, які використовують для сівби зернових, зернобобових, технічних, олійних культур, кормових трав та інших; їх використовують для розкидання добрив порошкоподібної або гранульованої форми та вапна;
- **спеціальні** використовуються для сівби культур одного будь-якого визначеного виду або декількох з них;
- **комбіновані**, обладнані, окрім насінневого апарату, ще й туковисівним, при цьому вони можуть здійснювати одночасно посів і внесення в ґрунт і добрив.

Сівалки відрізняються і за способом сівби, який визначається у залежності від типу і гібриду чи сорту агрокультури, особливостей її вегетації, від ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Згідно з цією класифікацією у агрономії вирізняють сівалки за типом: рядові, пунктирні, квадратно-гніздові та розкидні.

Рядовий – це спосіб сівби, за якого насіння з кожного насіннепровода висіваються у ґрунтове середовище на однакову глибину рівними рядами з точно визначеним міжряддям. У сучасних умовах це основний спосіб сівби агрокультур. Він використовується для зернових агрокультур при суцільній сівбі і для просапних (рядковий, широкорядний, стрічковий).

Для цього типу сівби ширина міжрядь складає від 10 см до 25 см. Цей спосіб найчастіше застосовується для сівби зернових культур. При великих посівних площах встановлюється ширина міжрядь на рівні 12,5–15 см, а крок між насінням в ряду повинен становити не більше 1,5 – 2 см. Необхідно забезпечити майбутні рослини кращим доступом світла, вологи, збільшити площу живлення, також часто застосовується рядова перехресна сівба, коли 50% норми висіву сіють

уздовж, а 2-гу частину – у поперек рядів поля. При цьому такий спосіб сівби має недоліки:

- трудозатрат,
- збільшення збільшуються терміни посіву,
- зростає перевитрата палива,
- проходження трактора дворазове,
- нерівномірність сівби в місцях перетину рядів.

Існує перехресно-діагональний спосіб сівби як один з варіантів перехресного рядового.

Рядовий вузькорядний посів – це крок між посівним матеріалом в ряду збільшується до 3–4 см, таким чином менше загущення посіву в рядах, при цьому більш вузька ширина міжрядь (на рівні 7–10 см).

При такому способі ширина міжрядь зростає до 90 см, за рахунок чого агрокультура забезпечуються збільшеною площею живлення. Цей спосіб застосовується для посіву просапних культур, які вимагають додаткового внесення добрив і обробки ЗЗР в період вегетації.

Рядковий або стрічковий спосіб сівби відрізняється від просто рядового шириною міжряддя (30–40 см). Таке міжряддя дає можливість проведення передпосівного обробітку ґрунту: розпушування і додаткових обробок при засміченості посівних площ. Рядковий або стрічковий спосіб посіву застосовується для сівби моркви, цибулі, проса, буряку та інших культур, наприклад деяких видів лікарських рослин.

Гніздовий або квадратно-гніздовий спосіб, суть якого полягає в сівбі насіння групами, які рівновіддалені одна від одної у рядках. При цьому якщо в простому гніздовому способі ці групи відносно один одного зміщуються в кожному новому проході посівної машини, то при квадратно-гніздовому вони розташовуються чітко у вершинах умовних квадратів визначеного розміру. Такий спосіб виконувався фахівцями високої кваліфікації і застосовувався рідко, однак дозволяє проводити обробіток ґрунту в будь-якому напрямку, використовуючи спеціальні механізми і спец техніку.

Однозерновий або пунктирний спосіб посіву проводиться спеціальними сівалками з великою шириною при точному висіві і забезпечує незагущені, рівномірні сходи, як результат це не вимагає додаткових робіт по їх обробітку (проріджуванню). Такий спосіб досконаліший, ніж рядовий. Застосовується для висіву буряків, соняжу, кукурудзи та інших культур.

Використовуються і розкидні сівалки для посіву насіння і для розсіювання добрив по полю.

За своєю будовою всі сівалки схожі. Вони оснащені такими основними елементами і вузлами: бункер для насіння, висіваючий апарат, насіннепроводи, сошники і притискачі пристосування. При цьому сівалки відрізняються за сошниками (дискові, котки, бороздоутворювачі, лемішного типу), виду насіннепроводів (спіральні-дротові, трубчасті, гофровані, воронкоподібні, спіральні-стрічкові) принципу роботи дозуючих апаратів (механічний, пневматичний) та інших особливостей устаткування.

При обґрунтуванні потрібної моделі сівалки слід враховувати надійність в експлуатації, простоту і економіч-

ність при обслуговуванні, продуктивності, якості і точності виконання сівби.

Задача дослідження – оцінювання впливу на врожайність рослинних рештків, що залишаються у борозні під час посіву (рис. 2). Залишки старих агрокультур у посівній борозні можуть перебирати на себе від насіння вологу та поживні елементи, утворювати капіляри та погіршувати контакт посівного матеріалу з ґрунтом. Усі ці чинники суттєво погіршують врожайність кукурудзи на зерно та сповільнюють її проростання. У проведеному дослідженні буде проаналізовано вплив дати проростання, а саме: кількісно оцінено втрати урожайності при різній кількості післяжнивних залишків у насінневому ложі під час посіву.

Застосування системи регулювання притискного зусилля розгортачів післяжнивних решток Clean Sweep.

Основна мета розгортачів післяжнивних решток, обладнаних системою Clean Sweep, є очищення рядків від післяжнивних рештків агрокультур стало обов'язковим процесом при роботі сучасної техніки проведення сівби для підвищення рентабельності роботи. Через збільшення площ та знаходження на їх поверхні масивних стебел, на яких кожного року вирощують кукурудзу, зростає кількість рослинних залишків, які необхідно подрібнювати та видаляти з посівної борозни. Рештки, що потрапили в посівне ложе, забирають на себе вологу і стають прихистником для збудників хвороб. Система Clean Sweep заглиблює встановлені розгортачі післяжнивних рештків саме туди, куди вони мають бути, для того щоб відгортати рослинні залишки, а не ґрунт. Зі зміною польових умов тракторист може змінювати положення цих розгортачів за допомогою встановлених регуляторів, розташованих у кабіні трактора, легко заглиблюючи їх ще більше чи підіймаючи їх.

Другий етап проведення досліджень – вплив дружності і рівномірності сходів кукурудзи на зерно на врожайність.

Методика досліджень та обговорення результатів

Основна мета дослідити вплив дружності появи сходів кукурудзи на врожайність. Для контролю дати появи сходів використовувався «метод прапорців» (рис. 1). Коли рослина починала з'являтися над поверхнею землі, біля неї встановлювали прапорець. Для позначення періоду сходження рослин використовували прапорці чотирьох різних кольорів.

На рис. 1 бачимо нерівномірність сходів рослин, що позначено різнокольоровими прапорцями.

У дослідженні впливу на врожайність рослинних залишків, що залишаються у борозні під час посіву проаналізовано вплив дати проростання, а саме: кількісно оцінено втрати урожайності при різній кількості післяжнивних залишків у насінневому ложі під час посіву (рис. 2).

Аналізом встановлено, що існує конкретна залежність врожайності кукурудзи на зерно від кількості решток агрокультури, яка описується рівнянням: $y = 0,3422x + 63,459$, з достовірністю апроксимації $R^2 = 0,9471$.

Встановлено, що на кожен 1% зменшення чистоти борозни врожайність зменшувалась на 0,45 ц/га. Урожайність кукурудзи змінювалась від 85 до 98 ц/га, тобто



Рис. 1. Контроль дат появи сходів з використанням «методу прапорців»

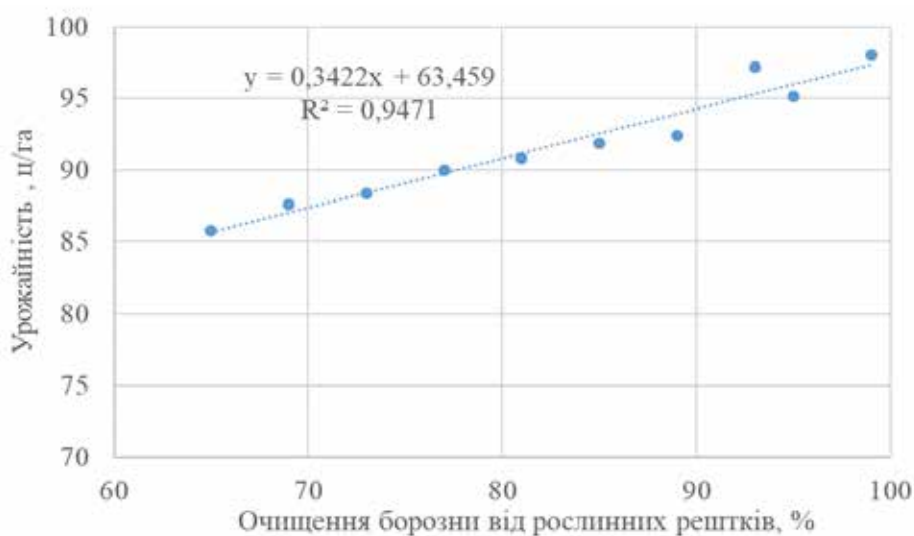


Рис. 2. Вплив на врожайність рослинних залишків, що залишаються у борозні під час посіву

втрати внаслідок великої кількості рештків у борозні сягали 13 ц/га.

Особливістю експерименту є те, що у ньому рештки вкладались таки чином, щоб вони знаходились в безпосередньому контакті з посівним матеріалом. Жодних інших рослинних залишків, рівномірно розподілених по всій борозні, не було. У типових польових умовах залишки, як правило, розподіляються по всьому посівному ложі, за рахунок чого їх кількість є значно більшою, що призводить до істотного збільшення втрат врожайності.

Під час проведення досліджень нами не враховувався ступінь подрібнення рослинних залишків та порушення цілісності їх стебла робочими органами агротехніки.

Отримані результати мають практичну спрямованість. Неякісний обробіток ґрунту після попередника, зміна ґрунтово-кліматичних умов, зниження рівня біоти у ґрунті значно впливають на інтенсивність перегнивання залишків після попередника. Маючи результати досліджень фермер планує як провести основний обробіток ґрунту і яким чином використовувати посівні машини для отримання оптимального врожаю.

Дослідження ефективності використання системи регулювання притискного зусилля розгортачів післяжнивних решток Clean Sweep (рис. 4) представлено на рисунку 3.

Дослідження проводились з використання гібриду Dekalb. Аналізом встановлено, що відсутність розгортачів післяжнивних решток призвела до втрат урожайності 1,4 ц/га, а відповідні економічні втрати, при закупівельній ціні 7500 грн/т, становили 1050 грн/га, порівняно з застосуванням розгортачів, обладнаних системою Clean Sweep. Застосування звичайних розгортачів плаваючої конструкції також призвело до втрат урожайності 31,7 ц/га і відповідних збитків у 1275 грн/га.

Другий етап проведення досліджень – вплив дружності і рівномірності сходів кукурудзи на зерно на врожайність (рис. 5).

На основі аналізу проведених досліджень, обчислення маси качанів під час збирання врожаю було побудовано рис. 5, на якому показано втрати врожаю внаслідок затримки появи сходів у кожній категорії. Через нестандартні погодні умови цього року рослини, що зійшли найпізніше, втратили до 20% врожайності (рис. 6). Рослини,

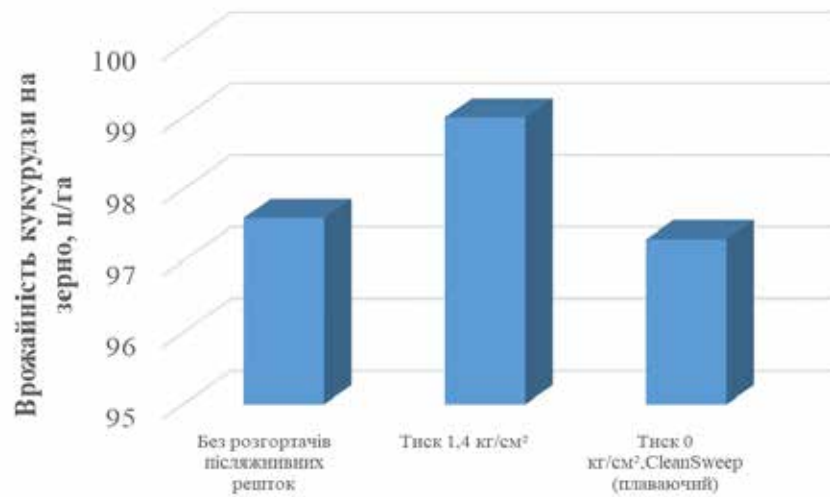


Рис. 3. Дослідження ефективності використання системи регулювання притисного зусилля розгортачів післяжнивних решток Clean Sweep



Рис. 4. Вид борозни після застосування системи Clean Sweep.



Рис. 5. Вплив дружності і рівномірності сходів кукурудзи на зерно на врожайність



Рис. 6. Розмір качанів у рослин за появою сходів

що зійшли у період від 18 до 28 годин після перших сходів, зазнали втрат у 6,5%, а в період від 29 до 42 годин – 8%.

Висновки:

1. Доведено, що існує конкретна залежність врожайності кукурудзи на зерно від кількості решток агрокультури, яка описується рівнянням: $y = 0,3422x + 63,459$, з достовірністю апроксимації $R^2 = 0,9471$.

Встановлено, що на кожен 1% зменшення чистоти борозни врожайність зменшувалась на 0,45 ц/га. Урожайність кукурудзи змінювалась від 85 до 98 ц/га, тобто втрати внаслідок великої кількості рештків у борозні сягали 13 ц/га.

Отримані результати мають практичну спрямованість. Неякісний обробіток ґрунту після попередника, зміна ґрунтово-кліматичних умов, зниження рівня біоти у ґрунті значно впливають на інтенсивність перегнивання залишків після попередника.

Маючи результати досліджень, фермер планує, як провести основний обробіток ґрунту і яким чином використовувати посівні машини для отримання оптимального врожаю.

2. Встановлено, що відсутність розгортачів післяжнивних решток призвела до втрат урожайності 1,4 ц/га, а відповідні економічні втрати, при закупівельній ціні 7500 грн/т, становили 1050 грн/га, порівняно з застосуванням розгортачів, обладнаних системою Clean Sweep.

Застосування звичайних розгортачів плаваючої конструкції також призвело до втрат урожайності 31,7 ц/га і відповідних збитків у 1275 грн/га.

3. На підставі досліджень розміру качанів у рослин за появою сходів встановлено, що оптимальний термін появи сходів 5 днів. У період від 18 до 28 годин після перших сходів, врожайність знизилась на 6,5%, а в період від 29 до 42 годин – 8%.

4. На основі дослідження економічних показників переобладнання сівалок встановлено, що їх необхідно аналізувати у комплексі.

Слід зауважити, що істотний вплив на ефективність прийняття рішень щодо переобладнання сівалок має площа господарства, врожайність посівних гібридів, можливість надання послуг з використанням сівалки.

Бібліографічні посилання:

1. Vaderstad, (2021). Sozdanie posevnogo lozha [Creating a seedbed]. Voronezh: Vaderstad [in Russian]. URL: <https://www.vaderstad.com/ru/know-how/osnovy-zemledeliya/posevnoe-lozhe/sozdanie-posevnogo-lozha/> (reference date 01.09.2021).
2. Zosymchuk, M. (2021). Alternatyvna orhanika [Alternative organics]. Kiev: Agrotimes [in Ukrainian]. URL: <https://agrotimes.ua/article/zagortannya-pislyazhnyvnyh-reshtok-kukurudzy-pokrashhuye-grunt/> (reference date 01.10.2021).
3. Makhdi al-Kaisa, (2020). Mify ta fakty pro rozkladannia roslynnykh reshtok silhospkultury (amerykanskyi dosvid) [Myths and facts about the decomposition of crop residues (American experience)]. Kiev: Superagronom [in Ukrainian]. URL: <https://agrotimes.ua/article/zagortannya-pislyazhnyvnyh-reshtok-kukurudzy-pokrashhuye-grunt/> (reference date 01.10.2021).

**Zubko V. M., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
STUDY OF THE INFLUENCE OF THE PURITY OF THE SOWING FROW ON THE YIELD IN CULTIVATION OF MAIZE ON GRAIN**

Among the great variety of crops grown in the fields today, corn occupies a significant place. The spread of this culture is due to the declared demand for it. Therefore, today corn is becoming one of the leading crops grown in different countries and continents.

One of the main processes of growing crops in general technology is to ensure quality sowing.

Today, technologies that use all sorts of sensors to monitor the sowing and sowing of crops are becoming more common. Precision Planting and John Deere are one of the main manufacturers of modern sowing equipment. In their arsenal

there are a number of systems to ensure optimal sowing, the main of which today are:

- seed singulation on vSet sowing machines;
- use of Keeton seed clamps;
- application of mulching film;
- application of the Clean Sweep system;
- high-speed sowing of corn using the Speed Tube system;
- application of Delta Force system;
- application of the vDrive system;
- Furrow Jet openers.

The efficiency of using the Clean Sweep system during sowing is investigated. Crop residue management has become a very important operation today to maximize profitability. Hard stalks and re-sowing of corn on corn create a fairly high density of residues. The amount of residue can affect the humidity and the rate of warming of the soil in the spring. Plant remains may contain diseases that damage young shoots. Therefore, string cleaners must remove them from the cuttings.

If there is enough residue, you can increase the pressure on the cleaners to remove debris. If there are few residues or the soil is too soft, you can relieve the pressure on the cleaners so that they float on top.

The study used a new method of analyzing the effectiveness of sowing “Methods of flags”. As a result of the research, the effect on the yield of plant residues remaining in the furrow during sowing was obtained. The conducted researches have established the efficiency of using the clamping force control system of the Clean Sweep post-harvest residue spreaders.

Based on the analysis of the research, the weight of cobs during harvesting was calculated and the dependence of friendliness and uniformity of maize seedlings on grain on yield was obtained, which shows crop losses due to delayed emergence of seedlings in each category.

Key words: sowing of corn, quality of sowing, plant remains.

Дата надходження до редакції: 24.11.2021 р.