

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ І РОСЛИН У РІЗНІ ПЕРІОДИ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

В. І. Пастухов, доктор технічних наук, професор

ORCID ID: 0000-0002-5599-1548

Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

В. М. Зубко, кандидат технічних наук, доцент

ORCID ID: 0000-0002-2426-2772

Сумський національний аграрний університет

Досліджено зміни властивостей ґрунту і рослин у різні періоди їх росту і розвитку на полях в сільськогосподарських підприємствах Сумської області протягом п'яти років. Проаналізовано результати обстеження фактичного стану полів після основних технологічних операцій. Визначено основні фактори і досліджено їх вплив на кожну наступну технологічну операцію і на кінцевий результат – реалізацію біологічного потенціалу сільськогосподарських культур.

Ключові слова: *якість, реалізація біопотенціалу, потреби рослини, технологічна операція, розвиток рослини.*

Постановка проблеми. Кожна рослина має свої індивідуальні потреби і вимоги до ґрунту і його складових, живлення, обробки від хвороб та шкідників, щільності та глибини залягання «плужної підшви» та ін. При цьому, у системі розвитку всіх рослин присутні спільні елементи (ознаки), які характеризують процес росту і розвитку.

Сьогодні існує велика кількість сільськогосподарських культур та ще більша кількість їхніх підвидів. Наприклад, існує 6 видів пшениці та близько 30000 різних її варіацій. Залежно від виду культури та навіть її сорту у кожній з них існують свої потреби відносно кліматичних та ґрунтових умов.

Для отримання максимальної врожайності за високої якості сільськогосподарських культур, тобто реалізувати їх біологічний потенціал при механізованих технологіях, необхідно визначити агрокліматичні потреби і вимоги для ефективного росту і вегетації рослин.

Аналіз актуальних досліджень. У сучасних умовах вирощування сільськогосподарських культур максимально реалізувати біологічний потенціал можливо тільки за умов чіткого забезпечення всіх потреб рослин. Відомим є те, що істотно обмежує урожай середовище вирощування: тип ґрунту, кількість опадів, температура протягом вегетаційного періоду, тиск шкідників та хвороб та інше [1–5].

Пошуком реальних шляхів підвищення врожайності за рахунок реалізації біологічного потенціалу рослини присвячено праці багатьох вчених, зокрема В.В. Медведєва, Ю.І. Ковтуна, М.Я. Полоцького, О.А. Єременко, А.С. Кушнарьова, М.Г. Собка, І.І. Мельника та інших.

Мета статті полягає в дослідженні зміни властивостей ґрунту, посівного матеріалу і рослини у різні періоди виробничого процесу.

Виклад основного матеріалу. Вирощування сільськогосподарських культур супроводжується використанням механізованих технологічних операцій з механічним та хімічним впливом на культуру безпосередньо та середовище, в якому вона розвивається. Вивчення цього впливу проводили у господарствах Сумської області на різних агрегатах протягом п'яти років. Були досліджені фактичні агроумови, в яких вироблялася сільськогосподарська продукція, та зміни властивостей рослин, ґрунту, стану поверхні полів та інші фактори внаслідок роботи сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів (МТА). Визначався вплив цих змін на ріст і розвиток рослин.

Для дослідження якості виконання технологічних операцій та умов функціонування агрегату використовували як вітчизняні нормативні документи, так і документи інших країн [6...188].

Вивчення польових умов показало, що після збирання врожаю залишається велика кількість рослинних решток, які під час обмолоту пройшли

через збиральний комбайн. Крім того, агрофон характеризується наявністю рослинної маси бур'янів, стерні та колій від проходу агрегатів при виконанні попередніх операцій, збиральних комбайнів та машин для транспортування зерна.

Дослідженнями встановлено, що подрібнені рослинні рештки після обмолоту сої комбайном розподіляються на поверхні поля нерівномірно (рис. 1).

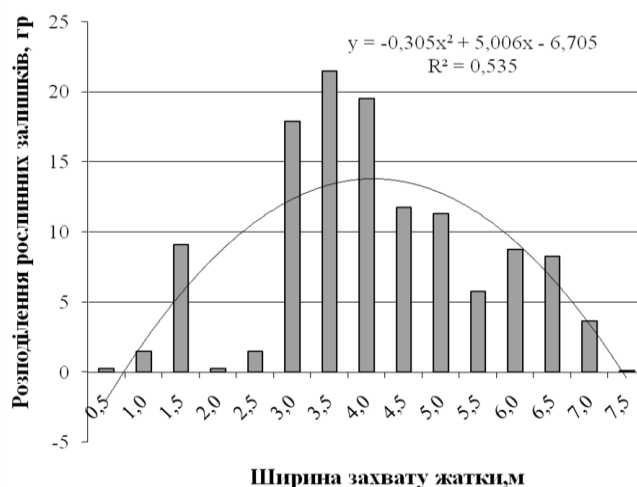


Рис. 1. Розподілення рослинних решток при збиранні сої комбайном Claas Lexion – 670 з жаткою Cerio

Регулювання подрібнювача та розсіюючого обладнання не підвищують рівномірності розподілення рослинних решток сої. Встановлено, що розсіяна маса потрапляє на необмолочену рослинну масу, що є негативним явищем, яке погіршує процес обмолоту [19].

Встановлено, що 60-75% втрат зерна за молотаркою зосереджується у валку соломи зразу за подрібнювачем. У подальшому відповідну «полосу» обробляють, але показники якості (рівномірність по глибині обробітку, подрібнення та заробка рослинних решток у ґрунт) не відповідають сучасним агровимогам. Суттєва проблема виникає і при обробітку відповідних полос пестицидами. При цьому, на них необхідно

витратити більшу норму (частину пестициду забирають на себе рослинні рештки). Для її вирішення необхідно забезпечити коректну роботу подрібнювача та розсіювача рослинних залишків.

Стан поля після попередника, не створює оптимальних умов для максимальної реалізації біологічного потенціалу рослин. Першочергово це переущільнення ґрунту від 1,3 г/см³ та вище не відповідає оптимальним потребам рослини. Високе значення показника – це результат осідання ґрунту під дією навколишнього середовища, руху ходових систем МТА та утворення ущільнюючих шарів від дії робочих органів сільгоспмашин.

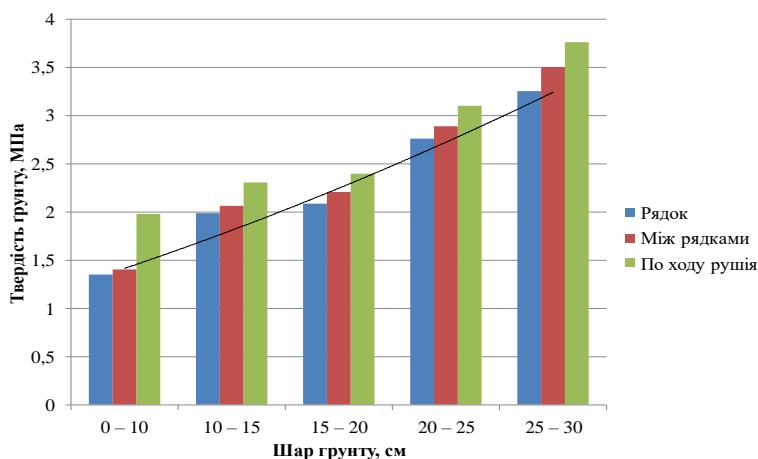


Рис. 2. Твердість ґрунту після збирання кукурудзи на зерно (в шарах) (рядок / між рядками / по ходу рушія)

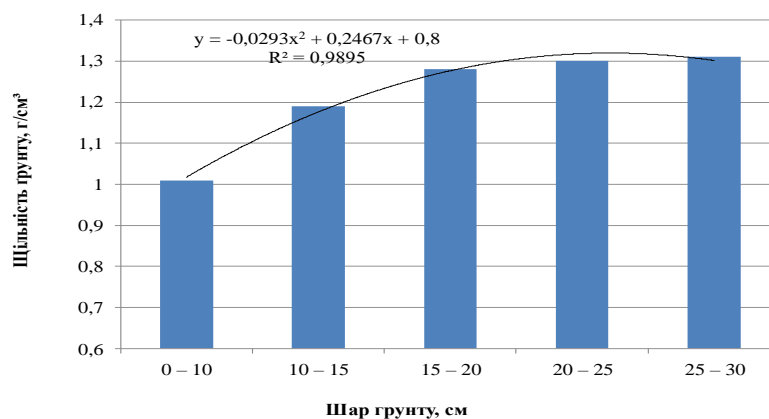


Рис. 3. Щільність ґрунту (по шарах) після збирання кукурудзи на зерно

За таких умов вирощування культури розвиток кореневої системи знижує інтенсивність розвитку, що на пряму впливатиме на урожайність. Ущільнені шари перешкоджають накопиченню вологи у ґрунті та використанню ґрунтових вод рослинами, обмежують розвиток кореневої системи. Для вирішення даної проблеми необхідно забезпечити логістику транспортування зерна без заїзду вантажних машин на поле, змінювати тиск повітря у шинах збирального комбайна відносно структури ґрунту та його вологості.

На зміну агрофону після збирання зернових колосових культур впливає наявність стерні, яка утворює тонкі трубочки (від 3,5 до 5,5 млн шт. на 1 га), через які іде інтенсивне випаровування вологи з ґрунту.

Експериментально було досліджено вплив на збереження вологи в різних шарах від виду основної обробки ґрунту за наявності і без рослинних решток на поверхні поля.

Було досліджено вплив рослинних решток на поверхні поля на наступні технологічні операції. З'ясовано, що після збирання кукурудзи на зерно за один прохід дискових знарядь заробити рослинні рештки не вдається. Кількість зароблених решток на рівні становить 55-85%. Нерівномірність розподілення решток значно перешкоджає рівномірності руху агрегату по глибині.

У місяцях скопичення соломи зміна глибини коливається у межах $\pm 30\%$ від заданого показника, що негативно впливає на рівномірність заробки насіння по глибині при сівбі.

Дослідження якості проведення дискування після озимої пшениці показує, що характерною особливістю є те, що солома дисками не розрізається, а розривається. Цей процес супроводжується також і поздовжнім

руйнуванням цілісності стебла, що призводить до його швидшого розкладання. Негативним є утворення під робочими органами ущільнюючого шару на глибині 10-14 см.

Для зменшення інтенсивності випаровування вологи з ґрунту, створення умов для накопичення ґрунтом вологи необхідно зразу після збирання проводити обробіток ґрунту. З метою знищення стерні, поверхня поля повинна бути рівномірно вкрита рослинними рештками (рівномірне розподілення рослинних решток) та забезпечена зміна тиску повітря у шинах агромашин залежно від умов роботи (виду ґрунту, його вологості та пористості).

З метою структурування ґрунту (створення оптимального гранулометричного складу ґрунту, капілярності, оптимальної щільності), а також знищення рослинних решток у посівному шарі доцільно проводити полицеву оранку, коли їх забагато і не вистачає часу на перегнивання перед посівом наступної культури.

Під час огляду полів при застосуванні полицевої оранки рослинні рештки зароблялись на 84-100%, залежно від якості подрібнення рослинності комбайном та подрібненням і розподіленням їх дисковим агрегатом. Після проходження плуга по полю ґрунт мав грудкуватий склад, кришення пласта було достатньо добрим (брил більше 100 см² було до 5%). Ряди були рівними, кривизни не спостерігалось. Профіль поверхні ґрунту мав місце, глибина борозни була 5-7 см, а висота гребенів становила 3-5 см, відхилення від заданої глибини обробітку складає 1-4 см, що зумовило використання додаткової обробітку, направленої на вирівнювання профілю ґрунту. Відповідне явище є негативним для подальшого формування умов росту та розвитку рослини, його необхідно виправляти наступним обробітком. Також негативом було створення

підшви. Ущільнюючий шар зустрічався на глибині 26-31 см.

Формування шарів ґрунту у горизонтальній площині (плужної підшви) з різною щільністю унеможлиблюють нормальний і рівномірний розвиток кореневої системи рослини, знижується інтенсивність розвитку надґрунтової частини та перешкоджає проходженню вологи у більш глибокі місця та її накопиченню. Для вирішення даної проблеми необхідно чергувати обробіток ґрунту (наприклад оранка та глибоке розпушення) та вирощування рослин з мочкуватою та стержневою кореневою системою (наприклад: кукурудза – буряки).

Проведеними дослідженнями поля після збирання кукурудзи на зерно встановлено, що зазвичай не дотримуються вимоги щодо якості подрібнення стебел. Фактично вони були подрібнені на 1-3 частини, а інколи взагалі зрізані лежать на поверхні поля без розділення на частини. Поздовжнє пошкодження цілісності стебла знаходиться у межах 5-43%. Висота зрізу стебел становила 30 см, при цьому від 10 до 19% стебел стояло взагалі на корю не зрізані, що у подальшому впливає на якість виконання наступних технологічних операцій.

Істотно впливає на структуру ґрунту зниження кількості внесення органічних добрив. На полях, що досліджувалися, щільність ґрунту знизилася від природної 1 г/см³ до 1,27-1,40 г/см³. За дослідженнями Інституту сільського господарства Північного Сходу НААН України, сьогодні існує можливість внесення органіки не більше ніж 0,6 т/га, і це з урахуванням відходів ферм ВРХ, свинокомплексів та органічної речовини, яка знаходиться в особистих господарствах населення Сумської області.

Зміна властивостей ґрунту і посівного матеріалу у процесі розміщення насіння у середовищі росту і розвитку.

Під час проведення посіву озимих культур особливе занепокоєння викликає кількість вологи. Мінімальна кількість вологи, яка необхідна для проростання насіння, складає 18 мм. Останнім часом в лісо-степовій зоні на час посіву складає всього 15 мм. Це є результатом відсутності опадів та утворення плужної підшви

(волога не може підніматися нагору). Також слід звернути увагу на агрегатний стан посівного шару: грудки розміром більше 25 мм знаходяться у посівному ложі, а не на поверхні ґрунту. Це негативно впливає на стартові умови розвитку посівного матеріалу.

Для вирівнювання поверхні та часткового закриття накопиченої вологи після сівби слідом проводиться прикочування, але це призводить до переущільнення ґрунту у місцях проходу рушіїв і робочих органів машин. На заводнених місцях ущільнюється ґрунт, волога не проникає до нижніх шарів, а видувається та випаровується, аеробні живі організми під шаром води не розмножуються.

Зміна властивостей ґрунту і рослини у період накопичення нею енергії.

Після проведення передпосівного обробітку та посіву ґрунт фактично не обробляють, за винятком «форс-мажорних» обставин. Навесні ґрунт має достатню кількість вологи, легко оброблюється (за умови стиглості), йому можна надати оптимального грудкуватого стану (забезпечити розмір грудок) та вирівняти поверхню. Після цього, через 45-60 діб, ґрунт набуває стабільної природної щільності, яка залишається фактично до збирання врожаю і може змінюватися під дією ходових систем та робочих органів машин та розвитком кореневої системи рослин та бур'янів.

На початковій стадії розвитку рослини необхідним є забезпечення посівного матеріалу киснем та вологою. Передпосівний обробіток ґрунту та посів повинні бути проведені таким чином, щоб на поверхні поля розміщувалися великі грудки, що сприяє утворенню конденсату та транспортування його у ґрунт. Це пов'язано зі зміною температури повітря вдень і вночі та відповідної зміни температури ґрунту. Таким чином, температура повітря та ґрунту істотно впливає на інтенсивність росту і розвитку рослини. За час росту і розвитку рослини температура повітря істотно змінюється. На рис. 4 наведено результати дослідження зміни температури повітря протягом вегетаційного періоду росту кукурудзи.

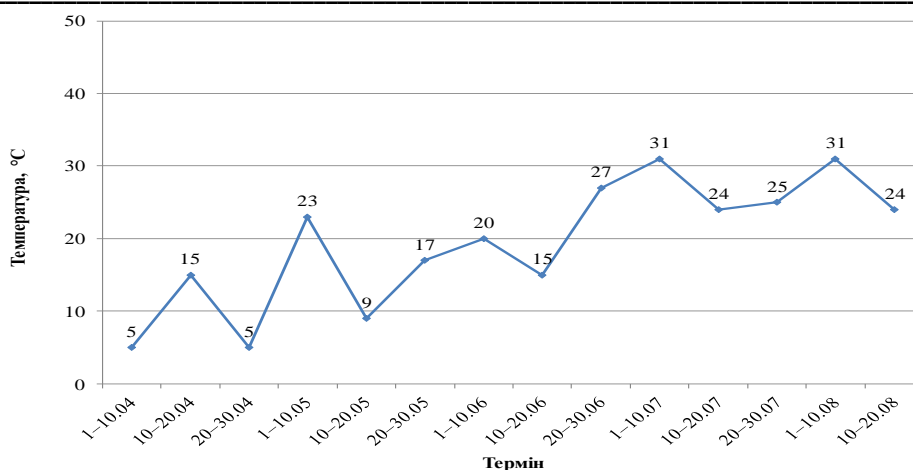


Рис. 4. Температура повітря (°C) за теплий період (IV-X) (Північний Степ)

За час активної фази росту і розвитку рослини інтенсивно витрачається ґрунтова волога з різних шарів ґрунту. Так, за час між посівом і закінченням активної фази росту і розвитку

кукурудзи, волога ґрунту знижується у шарі 0-20 см на 64%, а у шарі 0-100 см на 56% (рис. 5), що є негативним фактором і істотно впливає на структуру ґрунту.

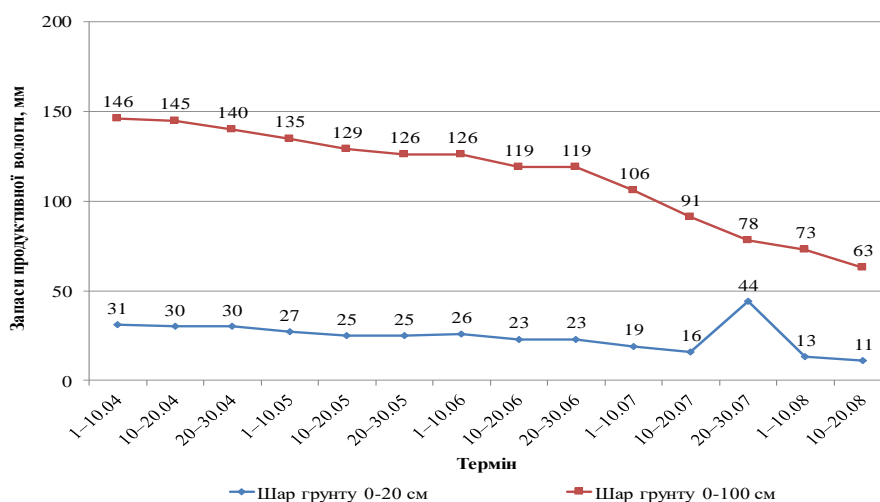


Рис. 5. Запаси продуктивної вологи (мм) у 0-20 см і 0-100 см шарах ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно (Північний Степ)

Зниження вологості ґрунту та підвищення його температури істотно впливає на його структуру. Він стає твердим, утворені агрегати не розсіпаються і з часом стають лише міцнішими. Через утворені пори відбувається випаровування вологи. Після проходження дощів утворюється ґрунтова кірка, яка закриває доступ кисню до кореневої системи рослини.

Аналізуючи моніторинг знімків із супутника та БПЛА розвитку рослин, встановлено диференційований розвиток рослини у межах одного поля. Проведено аналіз зміни інтенсивності розвитку рослин та умов навколишнього середовища. Поля досліджували у період: посів – догляд за посівами – збирання за

такими фільтрами: аналіз індексу SWIR; аналіз індексу NDWI; аналіз індексу Moisture Index; аналіз індексу Vegetation Index; аналіз Color Infrared (Vegetation) (рис. 6).

Людське око може бачити електромагнітне випромінювання тільки з дуже маленькою частиною електромагнітного спектра. Щоб «бачити» за межами цього діапазону, використовують камери, які виявляють і перетворюють невидиме випромінювання у задані кольори. Колір інфрачервоного (CIR) зображення використовує частину електромагнітного спектра у діапазоні від 0,70 до 1,0 мкм (від 0,7 до 1,0 мкм або мільйонної частки метра), тільки поза довжин хвиль для червоного кольору.

CIR-зображення гарні для проникнення через атмосферну серпанок (димку) і для визначення здоров'я рослинності. Також використовуються для:

- виявлення видів рослин;
- оцінки біомаси рослинності;
- оцінки вологості ґрунту;
- оцінки прозорості води (тобто каламутності).

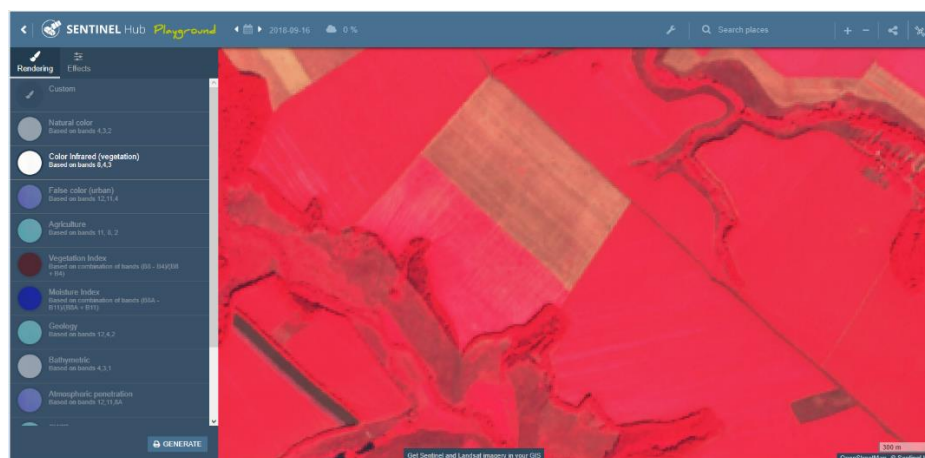


Рис. 6. Аналіз Color Infrared (Vegetation) у період вегетації озимої пшениці - 16.09.18.

Використання цифрових ресурсів дає можливість контролювати процес розвитку кожної окремої ділянки поля. Ми можемо визначати температуру повітря, ґрунту; інтенсивність розвитку рослини, вологість у конкретний час, відслідковувати їх динаміку у часі.

Стан ґрунту і властивості рослини у передзбиральний і збиральний періоди

На час настання терміну збирання сільськогосподарських культур вологість насіння повинна становити 14-16%, вологість ґрунту у шарі 0-10 см повинна бути на рівні 16-18%, вологість стеблової маси до 50%. У реальних умовах при збиранні кукурудзи маємо умови, наведені у таблиці.

Таблиця

Умови під час збирання озимої пшениці

Сорт пшениці – Подолянка.

Біологічна врожайність пшениці –62 ц/га.

Вологість зерна з бункера – 15,7%.

Показники	Результат дослідження
Агрофон	Пшениця озима
Кількість рослин на 1 м2	380
Вологість повітря, %	63,6
Швидкість вітру, м/с	5,1
Вологість ґрунту, % (в шарах)	
0 – 5 см	23,5
5 – 10 см	22,4
10 – 15 см	16,3
Забур'яненість поля до проходу агрегату, шт./м ²	8
Температура повітря, °С	25,8
Температура ґрунту, °С	22,2
Висота стерні (зрізу), см	14
Маса рослинних залишків, г/1м ²	450
«Плужна підшва», мм	20

Аналізуючи дані, отримані дослідним шляхом, встановлено, що умови проведення збирання істотно відрізняються від оптимальних. Підвищення вологості повітря і ґрунту, які пов'язані з проходженням опадів, обмежують якість проведення збирання. Підвищена вологість зерна сої та пшениці змінює час проведення збирання, що невпинно веде до зниження кількісних і якісних показників зерна. Додатковий негативний ефект є від підвищеної вологості стеблової маси, що під час збирання підвищує вологість зерна на 2-5%.

Зволожений ґрунт піддається підвищеному ущільненню. Зважаючи на це при збиранні сої, збирання проводять уперек посіву. Це підвищує вібрацію жатки і, як наслідок, втрати зерна.

Висновки та перспективи подальших досліджень. На основі проведених досліджень встановлено, що умови, в яких були посіяні і розвивалися сільськогосподарські культури, не відповідають їхнім потребам для реалізації їхнього біологічного потенціалу, а саме:

– відсутність достатнього зволоження ґрунту для проростання, ефективного росту і розвитку культур;

– низькі ступінь подрібнення рослинних решток та рівномірність розподілення їх по поверхні поля;

– переущільнення ґрунту ходовими системами сільськогосподарської техніки;

– створення декількох рівнів плужних підшв робочими органами сільськогосподарських машин;

– незабезпечення оптимального агрегатного стану ґрунту для ефективного росту і розвитку культур;

– відсутність природних розушільнувачів ґрунту.

З метою підвищення якості виконання технологічних операцій – забезпечення потреб рослин на кожній фазі росту і розвитку рослин, необхідно використовувати машини і проводити регулювання саме з урахуванням потреб рослин та відповідних умов роботи агрегату; створювати і застосовувати нові зразки техніки, які спрямовані на забезпечення потреб рослин.

Список використаних джерел:

1. Андрущенко В. Вплив різних факторів на урожайність кукурудзи. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=999 (дата звернення 20.09.2019).
2. Пастухов В.І Якість роботи сільгоспмашин і біопотенціал сільгоспкультур. *Науково-технічний журнал "Техніка АПК"*. 2001. Вип. № 5-6 (545-546). С.19-25.
3. Галушко В.П., Ковтун О.А., Таранець Л.С. Оцінка ефективності виробництва насіння соняшнику в умовах ринкових відносин. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2017. № 4. С. 5-10.
4. Ковтун Ю.І. Система якості "поле-машина" з основами агрокваліметрії: наук. рек. для праців. механізов. рослинництва. Харків : ПНВП "Промпроект", 2007. 140 с.
5. Агрокваліметрія: навч. посіб. для студ. спец. "Механізація сіл. госп-ва" / Ю. І. Ковтун [та ін.]; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Харків: Оригінал, 2000. 312 с.
6. Ревізія, перевірка, моніторинг стану посівів, прогнозування врожайності, консультації професійних агрономів. URL: <http://farming.org.ua/Ревізія,%20перевірка%20моніторинг%20стану%20посівів%20та%20полів%20прогнозування%20врожайності,%20агрономічні%20поради.html> (дата звернення 20.09.2019).
7. PN-83/R-55000. Maszyny Rolnicze. Metody badań narzędzi i maszyn uprawowych. (Agricultural machinery. Test methods for tools and cultivation machines).
8. PN-90/R-55004. Maszyny Rolnicze. Metody badań. Charakterystyka energetyczna.
9. КНД 46.16.02.08-95 Техніка сільськогосподарська. Методи визначення умов випробувань. 1994. 50 с. (Держстандарт України)
10. РД 10.4.2-89. Керуючий документ. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини та знаряддя для поверхневої обробки ґрунту. Програма і методи випробувань. К., 1990. 117 с. (Держстандарт України)
11. КНД.46.16.02.-96. Техніка сільськогосподарська. Номенклатура показників якості. К., 1997. 58 с. (Стандарт Мінагрополітики України)
12. Standart ASAE S313.3 FEB1999ED (R2013), Soil Cone Penetrometer, 2013.
13. СОУ 74.3-37-155:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для обробки ґрунту. Методи випробувань. К., 2006. (Стандарт Мінагрополітики України)
14. СОУ 74.3-37-129:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Машини посівні. Методи випробувань. К., 2006. (Стандарт Мінагрополітики України)
15. СОУ 74.3-37-142:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Машини для транспортування і внесення рідких добрив. Методи випробувань. К., 2006. (Стандарт Мінагрополітики України)
16. СОУ 74.3-37-137:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Обприскувачі, опилувачі, розселювачі ентомофагів, машини для приготування і транспортування робочої рідини. Методи випробувань. К., 2006. (Стандарт Мінагрополітики України)
17. СОУ 74.3-37-266:2005 Випробування сільськогосподарської техніки. Обприскувачі тракторні та самохідні. Методи випробувань. К., 2006. (Стандарт Мінагрополітики України)
18. ОСТ 70.8.1-81 Испытания сельскохозяйственной техники. Машини зерноуборочные. Программа и методы испытаний.

К., 1981. (Стандарт Мінагрополітики України).

19. Soil functions and in situ stress distribution in subtropical soils as affected by land use, vehicle type, tire inflation pressure and plant residue removal / Dörthe Holthusen, André Anibal Brandt, José Miguel Reichert, Rainer Horn, Heiner Fleige, Alexander Zink// Soil and Tillage Research Volume 184, December 2018, Pages 78-92.

В. И. Пастухов, В. Н. Зубко. Исследование изменений свойств почвы и растений в разные периоды производственного процесса

Исследованы изменения свойств почвы и растений в разные периоды их роста и развития на полях в сельскохозяйственных предприятиях Сумской области на протяжении пяти лет. Проанализированы результаты обследования фактического состояния полей после основных технологических операций. Определены основные факторы и исследовано их влияние на каждую следующую технологическую операцию и на конечный результат – реализацию биологического потенциала сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: качество, реализация биопотенциала, потребности растения, технологическая операция, развитие растения.

V. Pastukhov, V. Zubko. Research changes in the soil and plants properties in different periods of the production process

Changes in the soil and plants properties at different periods of their growth and development in the fields in agricultural enterprises of the Sumy region for five years are studied. The results of the survey of the actual state of the fields after the main technological operations are analyzed. The main factors are determined and their effect on each subsequent technological operation and on the final result, the realization of the biological potential of crops is investigated.

Keywords: quality, realization of biopotential, necessity of plant, technological operation, development of plant.