

ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ – ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПРЕЦЕНЗІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

***О.І. ЦИЛЮРИК**, доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри рослинництва*

***С.О. КАЛМИКОВ, Р.В. МАТВІЙЧУК**, здобувачі*

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна
E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net*

Альтернативою існуючому традиційному полицевому обробітку можуть стати різні модифікації систем мульчувального мінімального та нульового обробітку ґрунту, що адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов регіону, що включають елементи біологізації (використання соломи та проміжних сидеральних культур в якості органічного удобрення та мульчі).

Мульчувальний обробіток ґрунту має унікальні мало витратні механізми підвищення родючості ґрунту, реалізації потенційних можливостей адаптивного рослинництва. Його можна використовувати як самостійну чи проміжну ланку у підготовчий період початку переходу до нульового обробітку ґрунту. Альтернативний варіант системи мульчувального обробітку ґрунту з використанням деяких елементів нульового обробітку ґрунту, посівів проміжних культур передбачає суттєве скорочення застосування гербіцидів, подрібнення та часткову утилізацію пожнивних залишків, отримання екологічно привабливішої продукції.

Науковою основою систем мульчувального та нульового обробітку ґрунту є оптимізація органічної речовини у верхньому шарі ґрунту, створення біологічно активного мульчувального шару з перепрілих і напівперепрілих пожнивних залишків основних культур та біологічної маси рослин проміжних культур у сівозміні. Це веде до поліпшення фізичного стану ґрунту (само розпушення, збільшення водопроникності, збереження вологи в ґрунті, зменшення ерозії), агрохімічного та агробіологічного її стану (збільшення концентрації органічної речовини, підвищення мікробіологічної активності), зменшення кількості бур'янів та поліпшення фітосанітарного стану посівів. Загальновідомо, що навіть без застосування добрив внесення соломи дозволяє зберегти бездефіцитний баланс гумусу у ґрунті.

Основою успішного землеробства при будь-якій системі обробітку ґрунту є наявність на його поверхні до періоду посіву культури мульчувального шару, що дорівнює, як мінімум, глибині загортання насіння культури. При традиційному, класичному підході це робиться за рахунок глибокої оранки та подальших механічних обробок ґрунту з використанням значних виробничих та енергетичних витрат, а якість оброблювального шару в основному залежить від погодних умов. За систем мульчувального мінімального та нульового обробітку ґрунту необхідний біологічно активний шар, що мульчує, створюється один раз на всі роки, причому працює він постійно і регулюється самою системою за рахунок пожнивних залишків.

Тому систему традиційного полицевого обробітку та систему мульчувального мінімального і нульового обробку поєднувати в будь-якій ланці сівозміни протягом усієї ротації в жодному разі не можна. Адже тільки один прохід плуга в системі мульчувального обробку ґрунту зводить нанівещь величезну роботу зі створення біологічно активного мульчувального шару.

За постійної наявності мульчувального шару на поверхні ґрунту створюється висока водопроникність, зменшується випаровування вологи. Посівний шар на глибині 4–8 см постійно знаходиться у більш сприятливому зволоженому стані, що визначає оптимальний фізичний стан ґрунту, хороші умови для розвитку кореневої системи рослин та біологічної активності мікрофлори ґрунту, сприяє отриманню повноцінних своєчасних сходів рослин. За мульчувальної системи обробітку ґрунту ефективність землеробства меншою мірою залежить від погодних умов. Ґрунт постійно закритий мульчувальним шаром, який добре пропускає вологу і водночас перешкоджає непродуктивному її випаровуванню, зменшує перегрів та пересихання ґрунту, сприяє відновленню деградованої структури.

Успішне впровадження та застосування системи мульчувального обробітку ґрунту повинно підкріплюватися використанням сучасної техніки і використанням технологій точного (прецензійного) землеробства. Координатне або точне землеробство – це не тільки якісно нова система землеробства, але і нова стратегія ведення сільськогосподарського виробництва, яка використовує інформаційні технології, які на протязі відносно короткого часу в останні десятиріччя досягли швидкого технічного прогресу.

Так, зокрема, із розвитком сільськогосподарського машинобудування та випуском нових зразків техніки, таких як комбіновані знаряддя, енергонасичені трактори, самохідні комбайни та обприскувачі, в землеробстві стали ширше застосовуватися різні технічні та електронні засоби механізації та автоматизації виробництва. Однак перші експериментальні зразки складних і дорогих приладів електроніки виявилися не пристосованими для польових робіт. Вони відрізнялися відносно великими габаритами і погано працювали в умовах високої вологості, за наявності динамічних навантажень, а також при недостатньо кваліфікованому рівні їх експлуатації та обслуговування.

Згодом стали з'являтися більш надійні та компактні обрізці електроніки, що володіють волого- та пилозахисними властивостями, що не потребують частого обслуговування та ремонту. При цьому вони були досить прості у застосуванні, що сприяло просуванню їх в агропромисловий комплекс і, зокрема, у точне землеробство. Пізніше були розроблені адаптовані до складних сільськогосподарських умов спеціальні зразки мікропроцесорів, фотоелектричні, електромагнітні, п'єзоелектричні, електромеханічні та інші види датчиків та сенсорів, електронні прилади та обладнання. Впровадженням нових засобів електроніки в сільське господарство розпочато чи займатися у 80-х роках минулого століття в Японії, Німеччині, Англії, Голландії та США. При цьому саме поняття точного землеробства зародилося у Великій Британії, де на фермі у графстві Саффолк (англ. Suffolk) протягом трьох років проводилися роботи з координатного аналізу ґрунту в проблемних зонах, диференційоване внесення

добрив у суворій залежності від рівня родючості, а також подальшого картографування отриманої урожайності. Добрива вносилися машиною Amazone-M-Tronic з можливістю їх точного дозування. Комплекс проведених заходів в порівнянні з внесенням постійних доз добрив по всьому полю дозволив забезпечити річну економію коштів у середньому 17,2 фунта стерлінгів на кожен гектар ріллі, що обробляється за новою технологією.

Ці та інші аналогічні роботи сприяли тому, що перші значні досягнення щодо застосування електронних засобів автоматизації на сільськогосподарській техніці були розроблені машини для внесення добрив та захисту рослин. Так, на міжнародній агротехнічній виставці SIMA-1976 у Парижі, оприскувач Hydroelectron фірми Tescoma, оснащений електронним регулятором пропорційної подачі розчину в залежності від швидкості руху агрегату, агрегат отримав золоту медалі. Схожу машину також створила англійська фірма Agmet. Агрегати постійно підтримують однакову витрату робочого розчину в одиницю часу, але при цьому норма внесення препарату на 1 га істотно змінюється при кожному перемиканні передачі, зміні частоти обертання двигуна або буксуванні коліс, що дозволяє економити до 20% пестицидів. Беззаперечно, це забезпечує не тільки економічний, а й екологічний ефект.

Перші розроблені сівалки точного висіву вперше були продемонстровані на міжнародній виставці в Мюнхені (Німеччина) в 1982 р. Через три роки з'явилася перша серійна сівалка з електронним регулятором висіву від фірми Blanchot і відразу була відзначена на паризькій виставці SIMA-1985. Наступним етапом розвитку сівалок для точного землеробства було створення компанією Rider (ФРН) сівалки Saxonia, яка одночасно забезпечувала не тільки строго певну відстань між насінням в рядку, а й задану глибину їх загортання. У 1986 р. на підставі плідної співпраці виробників сільськогосподарської техніки було прийнято рішення, що більш раціонально розміщувати багатоканальні мікропроцесори на тракторах, а не на сільськогосподарських машинах на яких краще монтувати лише уніфіковані датчики. Вперше на тракторі марки Case почали встановлювати мікропроцесор з можливістю підключення до нього датчиків та інших автоматичних виконавчих механізмів: регулювання глибини обробітку ґрунтообробних машин компанії Landsberg; оптимізації роботи обприскувачів компанії Holder; внесення мінеральних добрив машиною компанії Rotina; сівалок Saxonia та ряду інших. В даний час німецька компанія «Amazone» узагальнює всі свої поняття та технологічні рішення, пов'язані з електронікою під ключовим словом «IT-Farming». Ядром концепції є бортовий комп'ютер «AMATRON+», як універсальний обслуговуючий термінал, що служить для оптимізації обслуговування, управління кількістю, контролю та зберігання даних при використанні сівалок, обприскувачів та розкидачів добрива компанії «Amazone». При цьому, використовуючи строго визначені та відкриті інтерфейси «AMATRON+», дозволяє обмінюватися з іншими технологіями «IT-Farming», у тому числі для оптимального використання управлінських і регульовальних можливостей машин, а також здійснення менеджменту одержуваних даних.

У процесі роботи мікропроцесор, встановлений на тракторі, контролює та регулює не тільки параметри двигуна та питому витрату палива, а й технологічні параметри агрегату, такі як фактична робоча швидкість та обсяг виконаних робіт. Відома англійська фірма KRM запропонувала кардинальне рішення даної задачі – оцінювати вміст азоту, фосфору і калію в ґрунті шляхом аналізу фотографій полів, отриманих в інфрачервоних променях на спеціальній плівці методами аеро чи космічної зйомки з побудовою картограми поля, а прив'язку координат агрегату здійснено за допомогою систем GPS. В 1994 р. на виставці Smithfield Farm Tech фірма KRM виставила перший експериментальний зразок дводискового відцентрового агрегату для диференційованого внесення одного виду мінеральних добрив. Для регулювання дози добрив, що вносяться, вона використовувала електронний прилад Calibrator 2002, що відстежує через GPS показники картограми родючості поля на спеціальному комп'ютері. У 1995 р. німецька фірма Amazone також розпочала серійний випуск аналогічних відцентрових машин марки ZA-Max, але через високу вартість мости електронного обладнання (до 50% вартості машини) не набули в той момент широкого розповсюдження. Значно спрощував агрохімічний аналіз ґрунту оптичний прилад розроблений англійською фірмою Challeng Agriculture. Він був удостоєний золотої медалі паризької агротехнічної виставки в 1994 р. Вміст у ґрунті азоту, фосфору, калію та інших елементів цей прилад визначає шляхом порівняльної оцінки двох точок відбитого світла та обраної смуги спектра. Прилад був здатний обробляти більше 30 параметрів та реєструвати до 50 значень. Через чотири роки аналогічний пристрій створили китайські фахівці. Однією з важливих завдань є розробка нових способів і засобів для спрощення та зниження вартості агрохімічного аналізу ґрунту, в тому числі через оцінку врожайності вирощеної культури на окремих ділянках поля. З цією метою зернозбиральний комбайн оснащують електронним датчиком, який визначає об'єм або вагу поданого в бункер зерна, по координатно записує його в бортовий комп'ютер і друкує картограму врожайності. Дана картограма врожайності є підставою для відносної оцінки поточної родючості конкретної зони поля і служить обґрунтуванням необхідності у диференційованому застосуванні добрив чи визначенні аномальних зон з метою взяття проб ґрунту для подальшого агрохімічного їх аналізу на цих ділянках.

З метою об'єднання зусиль та інтенсифікації робіт зі створення та впровадження в агробізнесі різних електронних систем у 1992 році країни Європейського співтовариства (ЄС) прийняли власний план, який передбачає прискорене фінансування з бюджету Євросоюзу перспективних напрямів автоматизації та комп'ютеризації сільськогосподарської техніки. Потім до цієї роботи приєдналися і колишні країни РЕВ (рада економічної взаємодопомоги) – Угорщина, Чехія, Словенія, Естонія. В даний час з розробки якісно нових, високоточних та високопродуктивних сільгоспмашин, оснащених засобами електронної автоматизації, країни ЄС, особливо Великобританія та Німеччина, значно випереджають США та Канаду. Паралельно велися роботи зі створення спеціальних та адаптації наявних систем для визначення координат сільськогосподарської техніки, а також автоматичного управління самохідною

технікою з використання навігаційного обладнання. У Німеччині була розроблена радіосистема, до якої увійшли комп'ютеризована базова радіостанція з приймачем, що розміщується в диспетчерському центрі (офісі) фірми, та приймально-передавальні апаратні пристрої, що встановлюються на агрегатах у полі. Така система в режимі реального часу забезпечувала пошук, визначення координат з точністю ± 10 м та стеження за агрегатами, що працюють у радіус до 14,5 тис. км від стаціонарної радіостанції. Свого часу американська компанія Massey Ferguson, що входить до корпорацію AGCO, для цих цілей однією з перших розмістила на своїх агрегатах спеціальні радіоприймачі, що працюють через глобальну супутникову мережу GPS. Система вже тоді з прийнятною точністю визначала географічні координати агрегату, але на той період часу вона виявилася досить складною та дорогою. Розвиток систем зв'язку та зниження вартості електронних приладів сприяв розвитку даного напрямку використання різних навігаційних систем для застосування в технологіях точного землеробства. Наприклад, в машинах для внесення добрив розкидачами відцентрового типу досягали стабільності внесення добрив на 1 га, незалежно від швидкості руху агрегату. При цьому частота обертання розсіювальних дисків та фактична доза добрив, постійно показується на моніторі, а при необхідності, механізатор має можливість коригування дози безпосередньо з кабіни трактора. Впровадження аналогічних електронних пристроїв дозволило знизити нерівномірність внесення добрив до показників, що не перевищують 15 %.

Доцільність та ефективність застосування систем паралельного водіння оцінювалася в процесі польових випробувань, проведених у 2003 р. Технічним університетом міста Хохенхайм на низці німецьких агропідприємств. В результаті було встановлено, що при середній вартості комплексу навігаційного обладнання для паралельного водіння близько 8–10 тис. євро система, яка використовувалася, наприклад, при обприскуванні полів загальною площею 1000 га, окупилася практично за один сезон використання в технології вирощування польових культур.

Закордонний і вітчизняний досвід показує високу ефективність технологій точного землеробства, особливо стосовно великих господарств. Наприклад, за наявними статистичними даними вже у 2006 році більше 80% фермерів США в тій чи іншій мірі застосовували технологію точного землеробства, завдяки чому їм вдалося підняти врожайність зернових культур до 90 ц/га. При цьому встановлено, що витрати при використанні точного землеробства окуповуються вже після 2–4-х років використання та починають приносити значний прибуток.

В даний час значних успіхів в електронізації сільськогосподарської техніки досягли компанії Amazone, AGCO, Baram, CNH, Claas та інші. Системи паралельного водіння особливо поширені в Австралії та США. Використання навігаційних систем, дозволяє фермерам щороку практично безпомилково знаходити технологічну колію. Широко використовують систему паралельного водіння також фермери Західної Європи, де конфігурація полів складна та непростя. Точне землеробство отримує все більший простір у багатьох країнах, зокрема і в Україні. В той же час, дослідження в галузі точного землеробства за останні 15 років показують, що цей напрям є багатопрофільним. Для його

розвитку і повсюдного впровадження у виробництво знадобиться набагато більше часу та фінансових засобів, ніж для застосування традиційних технологій.

Прецизійні технології стали можливими завдяки розвитку засобів зв'язку, супутникових навігаційних систем NAVSTAR GPS (США), GALILEO (Євросоюз), BEIDOU (Китай), регіональних навігаційних систем NavIC (Індія) і QUASI-ZENITH (Японія), комп'ютеризації та використання навігаційних та інформаційних технологій в області автоматизації сільськогосподарського виробництва. Стержнем технології є спеціальні програми для аграрного менеджменту на базі геоінформаційних систем (ГІС), що дозволяють знімати, обробляти і накопичувати інформацію про різноманітну техніку та характеристики сільськогосподарських угідь. Для ефективного використання елементів аграрних технологій в режимі реального часу і в майбутньому створена адаптована до конкретних умов господарства система підтримки прийняття рішень (СППР). Спеціалізоване програмне забезпечення обробляє дані від навігаційних, різних контрольних і діагностичних систем інформацію, створює і виконує технологічні карти полів, надає користувачу необхідні економічні розрахунки і довідкову інформацію. Машини, що застосовуються для точного землеробства, також оснащені бортовими комп'ютерами, приймачами супутникових сигналів, різними датчиками і сенсорами, автоматичними пристроями обліку врожаю і іншим обладнанням.

Основна відмінність від традиційної концепції в тому, що точне землеробство розглядає як точку обліку не все поле в цілому, а кожен його окрему частину (ділянка) зі значеннями її рельєфу, родючості, рослинного складу та інших ознак. На підставі зібраних і опрацьованих даних на кожній ділянці з цих частин строго визначаються і обґрунтовуються агротехнічні прийоми вирощування конкретних сільськогосподарських культур. Система точного, або прецизійного, землеробства представляє собою найвищу форму адаптивно-ландшафтного землеробства, заснованого на наукоємних агротехнологіях з високою ступенем технологічності. Її впровадження, беззаперечно, вимагає нового мислення, підготовки кваліфікованих і зацікавлених кадрів, забезпечення сільськогосподарських підприємств сучасною обчислювальною технікою, наявності методів математичного моделювання та засобів автоматизації. При цьому найбільш актуальним є застосування нових інформаційних технологій штучного інтелекту та геоінформаційних систем.

Точне (прецизійне) землеробство є одним із сучасних напрямів розвитку ресурсозберігаючого землеробства. Його суть – інтегрований процес управління росту рослин відповідно до їх потреб. Стратегія використання технологій точного землеробства спрямована на максимальне повне залучення та використання різної інформації для створення агротехнологічних рішень, їх оптимізації стосовно конкретних ґрунтово-кліматичних та господарських умов сільськогосподарського підприємства та диференційованого здійснення основних технологічних операцій (у межах поля) для досягнення максимальних кількісних і якісних показників.

Залежно від біологічної потреби сільськогосподарських культур, що визначається на основі даних польових та лабораторних обстежень і розрахунків,

вноситься диференційована, відносно розробленої агрохімічної карти та розташування на місцевості, доза елементів живлення рослин. Таким чином досягається оптимізація живлення сільськогосподарських культур та вирівнювання їх врожайності в різних частинах поля. Такий спосіб внесення ще називають «off-line». Однак слід враховувати, що на полі існують ділянки, врожайність яких не піддається будь-якому прогнозу. При цьому для елементів з високою рухливістю, таких як азот, використовується режим внесення за фактичним станом рослин в полі, іншими словами «on-line» внесення, використання якого має особливості, особливо воно актуально на озимих культурах, адже їх ріст і розвиток пов'язаний із ризиками зими.

Зазначене внесення добрив призводить до їх економії, підвищення врожайності та якості сільськогосподарської продукції, а також створює умови для збереження довкілля. В окремих випадках дана концепція дозволяє точніше встановити локальні причини захворювання рослин або наявність та причини ущільнень ґрунту. Крім того, зниження хімічного антропогенного впливу на агробіоценози підвищує їх стійкість, що також дозволяє отримувати додаткову прибавку врожаю за рахунок більш повного використання супутніх біологічних факторів. На основі зібраних даних проводиться оцінка оптимумів щільності посіву, розрахунок норм внесення добрив та засобів захисту рослин, прогнозування врожайності та відповідного фінансового планування роботи підприємств і організацій. Саме тому в США точне землеробство в даний час в агробізнесі більше асоціюється не з концепцією сталого землеробства, а з мейнстрімом (із англійської мови – mainstream – основна течія), відповідно з яким товаровиробник сільськогосподарської продукції прагне максимізувати прибуток, знижуючи витрати на добрива за рахунок внесення їх тільки на тих ділянках поля, де вони дійсно необхідні. Як уже відзначалось, товаровиробники сільськогосподарської продукції застосовують технології змінного або диференційованого внесення добрив на тих ділянках поля, які ідентифіковані спеціальними приладами та датчиками, як ділянки, що потребують внесення певної дози добрив. За допомогою GPS приймачів проводять позиціонування критичних ділянок, що потребують удобрення. За допомогою карт попереднього агрохімічного обстеження і врожайності підтверджують необхідність у внесенні добрив. Внаслідок чого на низці ділянок поля норма внесення добрив виявляється меншою за середню по полю, тобто здійснюється перерозподіл удобрення на ділянки, де це найбільш потрібно і завдяки цьому знижується (оптимізується) витрата добрив.

Точне землеробство забезпечує поліпшення стану полів та підвищення ефективності аграрного менеджменту внаслідок реалізації основних критеріїв: агрономічного (з урахуванням реальних потреб культури в добривах, при цьому не тільки вдосконалюється агровиробництво, але і зберігається ґрунтова родючість полів); технологічного (вироблена продукція відрізняється більш високою якістю); технічного (зменшується тайм-менеджмент на рівні господарства, у тому числі покращується планування сільськогосподарських операцій); екологічного (зменшується негативний вплив агровиробництва на навколишнє середовище, наприклад за рахунок більш точної оцінки потреб

культур в азоті призводить до обмеження застосування азотних добрив); економічного (відзначається зростання продуктивності при зменшенні матеріальних витрат, що підвищує ефективність агробізнесу). Іншою перевагою застосування технологій точного землеробства для агробізнесу є ведення електронного запису та наступного зберігання історії польових робіт і врожаїв, що важливо для наступних планувань та прийняття рішень щодо сівозміни, а також для складання необхідної звітності про виробничий цикл. Всі ці заходи, зрештою, спрямовані на отримання з певного поля максимальної кількості якісної та більш дешевої продукції, коли для всіх рослин агроценозу створюються однакові умови росту та розвитку без порушення норм екологічної безпеки.

Точне землеробство впроваджується шляхом поступового освоєння агротехнологій на основі принципово нових, високоефективних та екологічно безпечних технічних та агрохімічних засобів. Точне землеробство – це система, що швидко розвивається із використанням наукомістких технологій, останніх досягнень техніки, а також найважливіших методів управління. Фундаментальною частиною точного землеробства є розвиток та адаптація стратегії та практики ведення сільського господарства у сучасних умовах. Головне за такого підходу – виміряти, зрозуміти і використовувати на практиці фактори, що впливають рослини, такі як водно-фізичні та хімічні властивості ґрунту, ландшафт, насіння, застосовувана технологія, терміни сівби та збирання, а також шкідники, бур'яни, агрокліматичні умови. Точне землеробство дозволяє забезпечувати посилений контроль над проведеними сільськогосподарськими операціями та відстежувати зміну ситуації у часі в кожній точці контуру, проводячи порівняльний аналіз обстановки, що складається.

Практика показує, що існуючі методи ведення сільського господарства застаріли, а нові прогресивні технології, визнані та успішно застосовувані у всьому світі, ще не отримали в Україні належної уваги та розвитку. Тому сьогодні актуальна проблема реформування аграрного сектору України, впровадження економічних технологій, що сприяють підвищенню родючості ґрунтів та одержанню стабільних урожаїв за мінімальних витрат. Компенсацією скорочення чисельності працівників, зайнятих у сільськогосподарському виробництві, є підвищення продуктивності праці за рахунок збільшення ширини захвату агрегатів, підвищення їх вантажопідйомності та швидкості виконання технологічних операцій. Так, ширина захвату машин для внесення добрив збільшилася до 46 м, посівних агрегатів – до 18 м, ґрунтообробних машин до 22 м, зернозбиральних комбайнів – до 12 м, силосозбиральних комбайнів – до 10,8 м, картоплесадильних машин – до 7,2 м, вантажопідйомність причепів підвищилася до 50 т, і таких прикладів безліч. В основі точного землеробства лежить управління продуктивністю посівів, що враховує варіабельність довкілля рослин. Точне землеробство сприймається як невід'ємна частина ресурсозберігаючого екологічного сільського господарства і має на увазі застосування інтегрованої системи управління, а не окремих її розділених елементів. Основними завданнями та напрямками робіт у галузі точного землеробства в даний час є: автоматизація процесів управління технікою

(паралельне водіння чи автопілотування) на базі системи навігації GPS при проведенні ні технологічних операцій, що забезпечує точність посіву, вирівняність рядків зернових, картопляних гребнів тощо; складання ґрунтових карт господарств з використанням автоматичних пробовідбірників; контроль над змінами стану полів та посівів на різних ділянках, що дозволяє визначити послідовність їх обра- черевика; внесення строго певної кількості добрив та насіння на різні ділянки того самого поля залежно від стану ґрунту та посівів; автоматичний моніторинг врожайності та складання карт урожайності, а перспективи, карт рентабельності полів; моніторинг і контроль над використанням дорогої техніки.

Накопичення та зберігання даних в електронному вигляді, що дозволяє відстежувати динаміку процесів у наочній та зручній для роботи формі; багатофакторний аналіз та візуалізація зібраних даних, у тому числі за кілька років; інформаційна підтримка прийняття рішень та контроль за їх виконанням.

Для реалізації системи точного землеробства необхідно наступне спеціальне обладнання: приймачі сигналів супутникових радіонавігаційних систем GPS з функцією диференціальних поправок, що забезпечують високу точність позиціонування; бортові комп'ютери для тракторів та іншої сільськогосподарської техніки; обладнання для систем паралельного водіння та автопілотування; геоінформаційні системи (ГІС) з даними дистанційного зондування Землі (аеро- та космічна зйомка), картами врожайності, хімічного складу полів тощо; бортові датчики на зернозбиральній техніці для моніторингу врожаю; дистанційні датчики для вимірювання температури та вологості ґрунту, визначення стану рослин і т. д.

Найкращі результати при реалізації концепції системи точного землеробства відзначаються у тому випадку, коли всі дані стікаються в єдиний диспетчерський центр, де програмні засоби об'єднуються в єдину корпоративну систему керування ресурсами. Другий компонент системи точного землеробства – це коректування доз внесення добрив та засобів захисту рослин у режимі реального часу в залежності від стану рослин, наявності бур'янів на кожній конкретній ділянці поля, що обробляється. Для цього застосовуються спеціальні сканери і сенсори, які в процесі роботи обприскувача чи машини для внесення добрив коригують кількість препаратів, що вносяться. При традиційному землеробстві, як відомо, норми внесення добрив та засобів захисту рослин єдині для всього поля.

У процесі впровадження точного землеробства забезпечується комплексний підхід до застосування інформаційних технологій, який допомагає оперативно приймати правильні рішення із використанням програмних засобів, супутникових даних та засобів супутникової навігації. Використання «мінімальної» або «нульової» технології в останні роки робить практично невидимою межу між обробленою та необробленою ділянкою поля. Повсюдне впровадження широкозахватної техніки, проведення деяких робіт уночі (наприклад, обприскування) остаточно переконують, що настав час керувати сільгосптехнікою за приладами. Метою точного землеробства є отримання максимального прибутку за умови оптимізації виробництва, економії добрив,

пестицидів, води, раціонального використання природних ресурсів, захисту довкілля. Все це призводить до підвищення ефективності управління сільськогосподарським виробництвом.

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ КВАНТУМ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН СОРГО ЗЕРНОВОГО

О.І. ЦИЛЮРИК, доктор сільськогосподарських наук, професор,
завідувач кафедри рослинництва

О.В. БОНДАРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва

М.В. ВЕРЕМІЄВ, Є.О. СКРИПНИК, здобувачі

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна
E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net

Сорго є цінною продовольчою та кормовою культурою в районах, де пшениця та інші основні культури не можуть вегетувати, або дають невеликі врожаї через посушливий клімат. Зерна сорго використовуються для виробництва круп і борошна, крім того, воно є цінним кормом для худоби і птиці, сировиною для комбікормової промисловості.

Сучасний стан систем удобрення сорго зернового знаходиться на стадії розробки та пошуку оптимальних шляхів застосування добрив на фоні зміни клімату, значного зростання вартості добрив, енергоресурсів та появи нових сучасних форм мікро- і макродобрив та стимуляторів росту при вирощування сорго. В зв'язку з цим необхідні більш поглиблені дослідження ефективності мікродобрив, особливо їх впливу на процес росту, розвиток сорго та пов'язане з цим підвищення врожайності.

Мета і завдання дослідження: встановити зміни в рості та розвитку рослин, формуванні урожайності сорго під впливом стимуляторів-мікродобрив.

Полеві дослідження проводилося у 2023 році в ФГ «Червона калина» Дніпровського району Дніпропетровської області. В одно факторному досліді вивчали ріст, розвиток та врожайність сорго залежно від мікродобрив Квантум.

Полеві досліді з вивчення впливу мікродобрив Квантум на продуктивність ранньостиглого гібриду сорго 341Х120 проводили за наступною схемою:

1. Без внесення мікродобрив, фон $N_{40}P_{40}K_{40}$ (контроль) під основний обробіток ґрунту восени;

2. Фон $N_{40}P_{40}K_{40}$ + Квантум – ГРІН АКТИВ» (НВК «Квадрат», м. Харків, Україна) – 4,0 (2,0+2,0) л/га (у фазах 3–5 листків (ВВСН 13–15) та 6–8 листків (ВВСН 16–18));

3. Фон $N_{40}P_{40}K_{40}$ + Квантум – ГУМАТ» (НВК «Квадрат», м. Харків, Україна) – 2,0 (1,0+1,0) л/га (у фазах 3–5 листків (ВВСН 13–15) та 6–8 листків (ВВСН 16–18));