

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР
ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ
ОБЛАСТІ**

**Довідник
ІТ технологій в
землеробстві та тваринництві
3-й випуск**

Дніпро - 2024

Довідник ІТ технологій в землеробстві та тваринництві. 3-й випуск.

Довідник складено відповідно до Державного стандарту професійно-технічної освіти 8331.A.01.50 – 2016 з професій «Тракторист-машиніст сільськогосподарського виробництва», Державного стандарту професійно-технічної освіти 8331.A.01.50 – 2016 з професії «Робітник фермерського господарства».

Довідник ІТ технологій в землеробстві та тваринництві може бути корисний викладачам спеціальних предметів теоретичної підготовки та майстрам виробничого навчання в процесі підготовки здобувачів освіти з професії аграрного напрямку підготовки кваліфікованих робітників.

Укладач:

Степанов І.В., методист НМЦ ПТО у Дніпропетровській області

Рецензент:

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
1. ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: ЩО ЦЕ ТА У ЧОМУ ЙОГО ПЕРЕВАГИ	5
1.1 Технологія змінних норм внесення добрив	
1.2 Диференційований висів	
2. ШКОЛА АГРОНОМІВ: ТОП-5 ГАДЖЕТІВ СІЛЬГОСПВИРОБНИКА	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	

ПЕРЕДМОВА

Сучасне агровиробництво не можливе без впровадження провідних рішень, а ІТ-галузь стала тим фундаментом, на якому сьогодні базується розвиток інновацій в сільському господарстві. Цифрова трансформація зможе в декілька разів збільшити віддачу від сил і коштів, що вкладають аграрії. Тому у цьому напрямі працюють всі глобальні гравці ринку, включно з нашою компанією. Феномен впровадження останніх ІСТ-винаходів у сільськогосподарській діяльності називають Smart Farming, або ж Третьою зеленою революцією. Технології, які навіть важко уявити, стають рушіями прогресу агровиробництва – від точного землеробства, що базується на великих даних та інтернет речей, до управління посівами в декілька натисків на смартфоні аграрія.

Нещодавно почала розвиватись технологія точного землеробства (ТЗ). Її концепція вимагає обов'язково брати до уваги локальні особливості ґрунту та кліматичні умови. Аграрії збирають інформацію щодо різних ділянок поля за допомогою ряду технологій, як от фото знімки та знімки з супутників. Потім спеціальні програми обробляють та систематизують цю інформацію, що дозволяє легше встановлювати локальні причини хвороб або ущільнень, і свідомо приймати рішення щодо внесення добрив і засобів захисту рослин.

Нові технологічні рішення вже існують і допомагають рятувати поля від хвороб та не врожайності. Аграрії та підприємці повинні розуміти потенціал ІСТ для сільського господарства, серед переваг якого, зокрема підвищення конкурентоспроможності та стійкості виробництв.

ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: ЩО ЦЕ ТА У ЧОМУ ЙОГО ПЕРЕВАГИ

Точне землеробство – інноваційний метод рільництва, що передбачає використання новітніх технологій задля покращення якості врожаю. Технологія точного землеробства передбачає використання точних даних дистанційного зондування, таких як знімки або відео зображення з дронів чи супутників. Такі зображення дозволяють ефективно спостерігати за станом ґрунтів та врожаїв. Точне землеробство в сільському господарстві привертає все більше уваги з боку аграріїв, оскільки воно допомагає скоротити витрати та поліпшити стан довкілля.

Точне землеробство - це вершина теперішнього етапу сільськогосподарської революції, яка розпочалася на початку XX століття із розповсюдженням автоматизації. Вона продовжилася у 1990 році, коли були введені нові методи генетичної модифікації.

Щоб зрозуміти переваги точного землеробства у сільському господарстві, спершу необхідно визначити, що таке точне землеробство та у чому його переваги для аграріїв. Це концепція, яка передбачає спостереження, вимірювання та реагування на зовнішньо- та внутрішньо польову мінливість сільськогосподарських культур із застосуванням інформаційних технологій (ІТ).

Основна мета точного землеробства визначає його переваги. Цей підхід визначає вимоги до сільськогосподарських культур та ґрунту задля оптимальної продуктивності з одного боку, та збереження ресурсів, забезпечення екологічної стійкості та захисту з іншого. Точне землеробство як метод регулярного ведення сільського господарства допомагає вирішити найважливіші проблеми землеробства: надлишкове використання ресурсів, великі витрати та руйнівний вплив на довкілля.

У наш час новітні науково-технічні відкриття полегшують життя фермерів та дозволяють їм справлятися з різноманітними викликами швидше.

Зважаючи на безліч доступних методів, аграрії, природно, хочуть мати найкращий та найефективніший продукт за свою ціну. Отже, з якого методу найкраще почати? Якщо оцінити плюси та мінуси кожної конкретної технології, моніторинг за допомогою супутників, що є в основі технології точного землеробства, можна розглядати як найбільш економічний та доступний варіант.

Просторові зображення та інструменти для їх тлумачення, що використовуються у точному землеробстві, дозволяють фермерам розпізнати проблемні проміжки, вирішити, який метод необхідно застосовувати в цільовій зоні та розрахувати найкращий час.

У точному землеробстві використовуються базові технології, що дозволяють збільшити ефективність агро прийомів.

1.1 Технологія змінних норм внесення добрив

Технологія змінних норм (англ. Variable rate technology) – будь-яка технологія чи метод, що дозволяє фермерам контролювати кількість вкладених ресурсів, що застосовуються в межах визначених сфер господарства. Ця технологія точного землеробства використовує спеціалізоване програмне забезпечення, контролери та систему диференціального глобального позиціонування (DGPS). В основному існує три підходи до технологій змінних норм – ручний, той, що базується на картах або даних датчиків.

Персональний підхід до кожного поля та вивчення ґрунтів стане основою на початку шляху до технології точного землеробства. Для того, щоб зрозуміти, що відбувається в ґрунті, тобто в яких умовах доведеться починати роботу (а саме тип ґрунту, вміст мікро та макро елементів, органічна складова) та яких елементів потребує поле, його слід дослідити, проаналізувати та сформулювати стратегію роботи у вигляді карт-завдання для розкидача, обприскувача або аплікатора для внесення добрив.

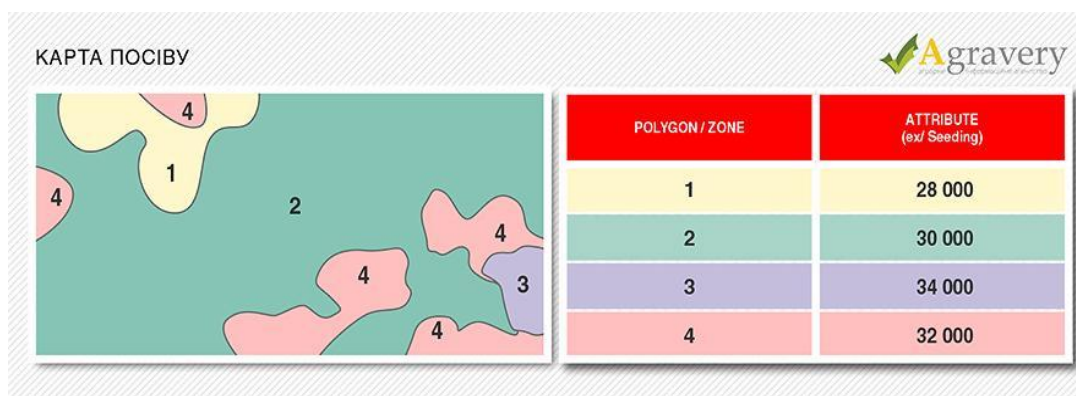


Рисунок 1. Карта посіву.

Персональний підхід до кожного поля та вивчення ґрунтів стане основою на початку шляху до технології точного землеробства. Для того, щоб зрозуміти, що відбувається в ґрунті, тобто в яких умовах доведеться починати роботу (а саме тип ґрунту, вміст мікро та макро елементів, органічна складова) та яких елементів потребує поле, його слід дослідити, проаналізувати та сформувати стратегію роботи у вигляді карт-завдання для розкидача, обприскувача або аплікатора для внесення добрив. Від дослідження ґрунту до створення карти-завдань потрібно пройти декілька цікавих кроків: сканування ґрунту для виявлення неоднорідностей поля, створення стратегії, щодо відбору проб на аналіз ґрунту в зонах цих неоднорідностей, а після отримання результатів з лабораторії — сформувати карту-завдання для внесення добрив. Проаналізувати результат стратегії можна через супутниковий або безпілотний моніторинг культур протягом вегетації або через карти врожайності отримані з комбайна.

Карта завдання - географічна карта, яка містить інформацію про норми внесення або висіву, завдяки якій контролери встановленні на техніці можуть застосовувати відповідну норму до певного місця з використанням навігаційних приладів в реальному часі. Для прикладу візьмемо карту посіву. На зображенні показано поле із чотирма різними зонами, що позначені номерами. Цей приклад демонструє, що в першій зоні буде висіватися 28 тис. насінини на акр, в другій 30 тис. насінин, третій — 34 тис. насінин і в четвертій — 32 тис. Кількість стовпців припису може бути різною їх кількістю

та назву задає користувач. Слід зазначити, що для кожної зони також можна вибрати більш високі або більш низькі норми висіву, декілька різних типів гібридів, одночасне внесення добрив тощо. Для створення таких карт нині існує безліч додатків, проте найпопулярнішими є FieldView від Climate, Farm Works від Trimble, SMS від AG Leader, інші GIS програми типу QGIS.

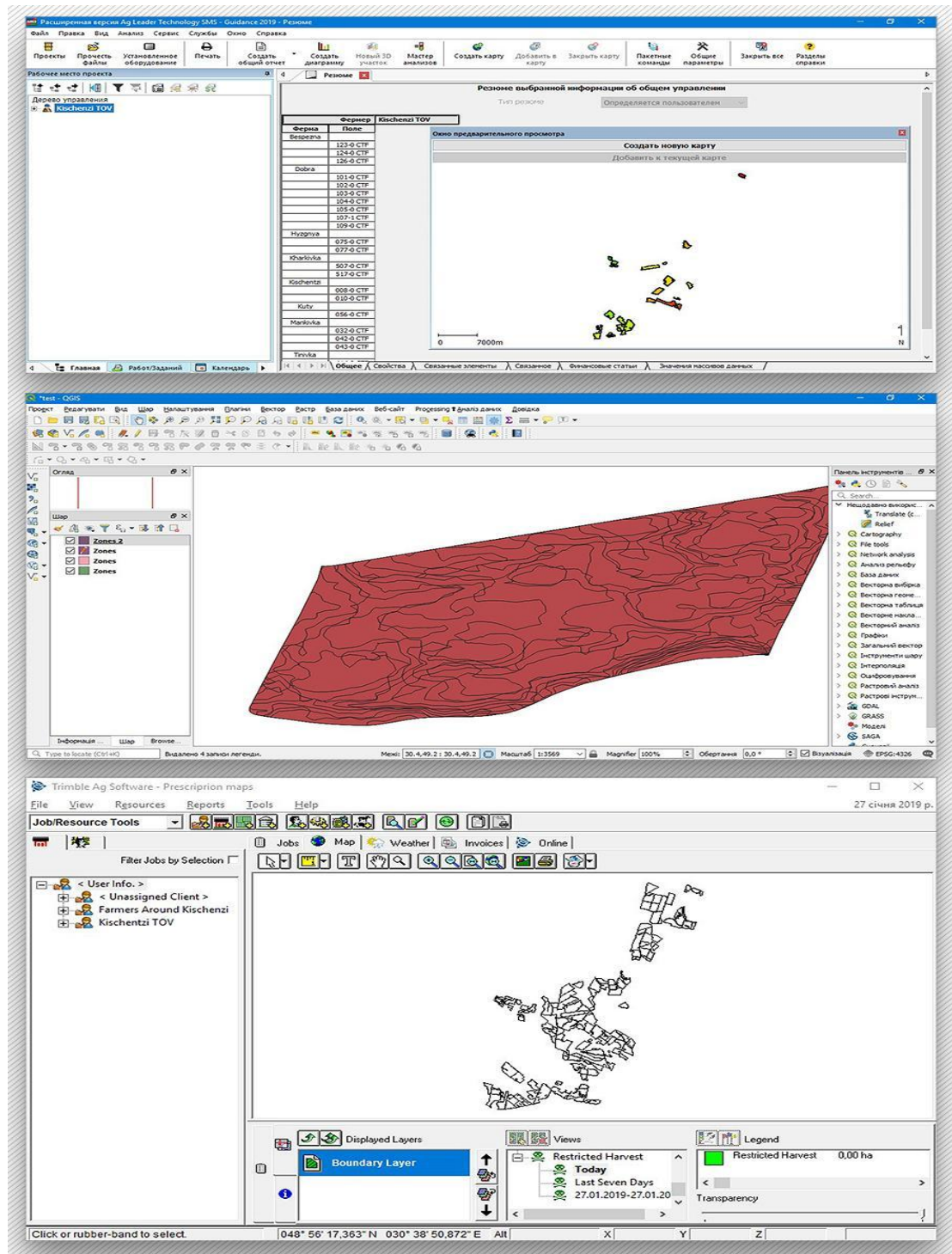


Рисунок 2. Вигляд інтерфейсу програм для створення карт завдань на прикладі SMS від AGLeader, QGIS, Trimble.

Лідер з надання системних рішень для підвищення ефективності агробізнесу і проведення комплексного аналізу ґрунту компанія Agrilab для детального обстеження ґрунтового покриву, оцінки рівня його неоднорідності та доцільності впровадження технологій змінних норм внесення добрив використовує сітку з елементарною ділянкою в 10 га, але часто використовує меншу сітку від 5 до 3 і навіть 1 га: чим більш неоднорідні умови (ґрунти, рельєф, зрошення та ін), тим більша деталізація повинна використовуватися. Наступний етап — створення карти-завдання. До цього етапу потрібно визначити зони з різним потенціалом за урожайністю та рівнем забезпечення елементами живлення, визначити форму добрив і норму для диференційованого внесення на кожну неоднорідну ділянку поля. Диференційоване внесення комплексних добрив передбачає вплив на зони внесення всіх елементів, що входять до його складу. Наприклад: вносимо сульфоамофос і закриваємо потребу у фосфорі. Відповідно внесені елементи впливають на норму внесення азоту і сірки.

Наприклад, на картах-завдання є зона, де потреби у фосфорних добривах немає. Ця ділянка займає 11% всієї площі. Якби на цю зону внести середньозважену норму сульфоамофосу ми б отримали перевнесення 254 кг/га. В зоні із внесенням 222 кг/га перевнесення становило б 32 кг/га, а в зоні з потребою 319 кг/га — недовнесли 65 кг/га. В цілому, за диференційованого внесення добрив економія сульфоамофосу становить 1,35 т. При цьому на ділянки внесено стільки, скільки потрібно для оптимізації умов росту і розвитку.



Таблиця 1. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ СУЛЬФОАМОФОСУ

НОРМА ВНЕСЕННЯ НА ЗОНУ, кг/га	ПЛОЩА, га	ВСЬОГО НА ПЛОЩУ, кг	СЕРЕДНЯ НОРМА ПО ПОЛЮ, кг/га	РІЗНИЦЯ МІЖ СЕРЕДНЬОЮ І ЗОНАМИ ВНЕСЕННЯ, кг/га
2	15,4	0		+254
222	56,8	12611	254	+32
319	67,2	21442		-65
ВСЬОГО	139,4	34053	35406	

Рисунок 3. Оцінка результатів диференційованого внесення добрив.

1.2 Диференційований висів

Наступним логічним кроком йде диференційована сівба. Існують різні думки з цього приводу, хтось вважає що достатньо вирівняти "фон" поля і сіяти зі сталими нормами, а дехто є прибічником комплексної технології (добрива + посів). Основами для створення зон для диференційованого висіву та внесенню добрив можуть бути: карти врожайності; NDVI знімки; аналіз ґрунтів; аналіз NDVI знімків за 5-6 років для створення Field Health Map тощо. Для прикладу розглянемо підхід з використанням чотирьох факторів: аналіз ґрунту на неоднорідність та вміст органічної складової визначання зон для відбору зразків на аналіз зон високого та низького потенціалу фактор схилів (карта висот).



Рисунок 3. Карта потенціалів та зон розміщення вологи

Практично всі сучасні сівалки вже обладнані необхідними компонентами для диференційованого висіву. Старіші моделі сівалок зазвичай використовували механічний привід для досіву, тому деякі власники "застарілого заліза" наважуються на переобладнання. Головною умовою, при якій працює диференційований посів, тобто елемент внаслідок якого змінюються норми внесення є гідравлічний або електричний привід висівного апарата. На сьогодні існує декілька інструментів для сівби зі змінними нормами, це або купівля абсолютно нової машини або переобладнання наявної в господарстві сівалки. Лідером в розробки новітніх технічних рішень для диференційованого посіву звісно є продукти Precision Planting. До переобладнуючого комплексу входять: висівний апарат з електроприводом з широким набором комплектуючих та монітор управління. Вартість базової комплектації Precision Planting для диф.посіву на восьми рядну сівалку коштує — 26 тис. доларів США з ПДВ, а для шістнадцяти рядної — 39,3 тис. доларів США з ПДВ. Якщо говорити про "готові" сівалки з електроприводами висівного апарату, то тут можна виокремити сівалки Massey Ferguson 9100 White Planters від AGCO, які у заводській комплектації вже мають продукти від Precision Planting з вартістю — не менше ніж 100 тис. доларів США. Великими конкурентами Precision Planting у розробці систем точного висіву можна вважати компанії John Deere з системою Exact Emerge та Horsch з їх флагманською моделлю Maestro.



Рисунок 4. Сівалка Massey Ferguson 9100VE Precision Planting для просапних культур.

У Precision Planting пішли ще далі і розробили сканер Smart Firmer. Він встановлюється безпосередньо на секцію сівалки замість всім відомого полозка Keeton Seed Firmer. Під час сівби, сканер рухається в борозенці та визначає наявність вологи на глибині заробки насіння, температуру ґрунту, чистоту та рівномірність посівного ложе і найголовніше - оцінює органічну матерію й видає результат у відсотках (від 1 до 6%). Попередньо агроном задає вихідні параметри для кожного результату (легенда). Наприклад, при 3% органічної матерії висівати 60 тис. насінин, при 4% - 65 тис. насінин і так далі. І відповідно під час руху, датчик сканує ґрунт, видає результат і сівалка на ходу змінює норми висіву на кожному ряду. Вартість датчика - 1 тис. доларів. США з ПДВ на один ряд. Мінімальна кількість датчиків, що необхідна для коректної роботи обладнання — один датчик на чотири ряди сівалки.



Рисунок 5. Датчик Smart Firmer від Precision Planting.

Технічне завдання є наступним кроком у формуванні технологічного процесу на підприємствах. Питання економічної ефективності в трансформації технології вирощування сільськогосподарських культур, стане основною відправною точкою до починань. В питаннях диференційованого висіву та внесення добрив, визнати якийсь із них 100% дієвим досить складно, оскільки правильним є той підхід, який працює саме на ваших полях і дає результати за вашою стратегією.

ШКОЛА АГРОНОМІВ: ТОП-5 ГАДЖЕТІВ СІЛЬГОСПВИРОБНИКА

Сучасні агрономи вже не працюють навпомацки чи на око. Існує безліч приладів, які допоможуть вирішити безліч питань, які постають перед спеціалістом.

Вологомір та термометр для ґрунту.



Сучасні гаджети та датчики стають у нагоді агроному ще до того, як сівалки вийдуть в поле. Раніше, аби оптимально обрати час посіву, використовували простий метод прикладання руки до ґрунту, але він базується лише на відчуттях агронома. Тоді як використання ґрунтового термометра та вологоміра дає точні дані про температуру та рівень зволоженості ґрунту на глибині майбутнього залягання зерна. Це дуже важливі показники, адже, якщо провести посів у прохолодну землю, то насіння буде довго сходити. За цей час його можуть пошкодити шкідники чи уразити хвороби. Тоді як посів у перегрітий ґрунт буде означати недостатній рівень зволоженості, що також може призвести до затримки сходів.

Особливо чутлива до температури ґрунту та вологі соя, яка любить теплий та вологий ґрунт. І якщо ці умови не виконати, врожайність може істотно зменшитись. Тому критично важливо розуміти, коли саме настане оптимальний момент для посіву. У цьому аграрію допоможуть універсальні прилади, що обладнані щупом із датчиком, який занурюється у ґрунт на необхідну глибину, та дисплеєм, на якому відображається отримана інформація. Частіше усього аграрії користуються приладами, які вимірюють окрім температури та вологі ще рівень освітленості та рН. Найбільш поширені комплексні прилади виробляє компанія "WALCOM".

Датчик азоту.



Аграрію необхідно розуміти, чи забезпечена рослина поживними елементами. І якщо визначити нестачу мікроелементів можна лише за допомогою мобільної чи стаціонарної лабораторії, то вміст азоту можна

оцінити за допомогою компактного приладу. Такими гаджетами є N-tester та GreenSeeker, які визначають вміст азоту, що є дуже важливим при прийнятті рішення про внесення добрив. Також компанія Yara у 2019 році представила програмне забезпечення для смартфона за допомогою якого аграрії зможуть визначати вміст азоту в рослинах. Звісно, нестачу цього елементу можна виявити і на око - це значно дешевше з точки зору відсутності витрат на прилад, проте занадто дорого у довгостроковій перспективі, адже видимі симптоми нестачі азоту проявляються тоді, коли частину врожаю вже втрачено. Тому, варто або проводити комплексну оцінку на вміст поживних елементів, або користуватись такими портативними приладами для вчасного виявлення та усунення дефіциту поживних елементів.

Вимірювання швидкості вітру.



Вітер грає важливу роль у сільському господарстві. І агроному, аби провести обприскування, – обов’язково потрібно визначати його швидкість. Здебільшого, це робиться емпіричним шляхом, тобто на око. І у разі, якщо швидкість вітру занадто велика (вище 5 м/с), – обприскування проводитись не може, оскільки робочий розчин буде зноситись і поле буде оброблене

нерівномірно. А у випадку із гербіцидами таке знесення може призвести до загибелі культури на сусідньому полі. Тому помилка може досить дорого обійтись господарству. Для того, аби не ризикувати, можна використовувати спеціальний прилад – анемометр. Він дозволяє точно вимірювати швидкість вітру, що дає можливість агроному бути впевненим у тому, що поле буде оброблене якісно.

Дощомір.



Погодні умови завжди відіграють у сільському господарстві одну із головних ролей, а особливо це стосується опадів. Їх відсутність - це відсутність врожаю, проте і надлишок вологи не сприяє покращенню ситуації, адже вимиває рослини з поля та, затоплюючи рослини, викликає

кисневе голодування у разі затоплення поля та розвитку гідрофільних хвороб. Тому господарству потрібно завжди слідкувати за кількістю опадів, що випадають, аби розуміти, чи потрібно застосовувати пестициди та які показники по врожайності можна отримати після збирання. Тому агроном повинен завжди виміряти та нотувати кількість опадів. Для цього використовуються спеціальні дощоміри, які виглядають як ємність з нанесеними на неї поділками. Після кожного дощу агроном заміряє рівень води у колбі та вносить відповідні записи у свій щоденник. Таким чином господарство отримує статистику по рівню зволоженості своїх полів та може ефективно планувати майбутні врожаї. Адже, якщо вологи недостатньо, то господарство не буде вкладати додаткові кошти, аби підвищити врожайність, оскільки відсутність вологи є лімітуючим фактором. І навпаки, якщо середньорічні дані будуть показувати, що опадів вистачає для більшого врожаю, але не вистачає живлення чи якісного захисту, то господарство може збільшити витрати, аби отримати вищий врожай.

Вологомір для зерна.



Досвідчені агрономи старої школи можуть визначити оптимальний час збирання на зуб, тобто розкусивши зернівку. Проте, такий метод не зовсім

точний. Значно краще скористатись спеціальними портативними приборами для вимірювання вологості зерна. Вони дозволяють досить точно визначити, чи готове зерно до збирання і чи не потрібно його буде досушувати. Найбільш поширені вологоміри під торговою маркою «Wile».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://agravery.com/uk/posts/show/skola-agronomiv-top-5-gadzetiv-silg-ospvirobnika>
2. <https://agravery.com/site/search?q>
3. <https://agravery.com/uk/posts/section/show/publications>

